สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการแพร่กระจายตามสถานที่และเวลาของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* บริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

Spatio-temporal distribution of intertidal rocky shore bivalves, *Isognomon nucleus*, at Asadang Bay, Srichang, Chonburi Province.

T104592

โดย

นายสมชัย นิลวัตถา รหัสนักศึกษา 48040560

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104592
วัน.เดือน.ปี - 5 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การศึกษาการแพร่กระจายตามสถานที่และเวลาของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* บริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

Spatio-temporal distribution of intertidal rocky shore bivalves, *Isognomon nucleus*, at Asadang Bay, Srichang, Chonburi Province.

ชื่อนักศึกษา นายสมชัย นิลวัตถา

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.มณฑล แก่นมณี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ดร.มณฑล แก่นมณี)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 15 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการแพร่กระจายตามสถานที่และเวลาของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* บริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

Spatio-temporal distribution of intertidal rocky shore bivalves, Isognomon nucleus, at Asadang Bay, Srichang, Chonburi Province

การศึกษาการแพร่กระจายตามสถานที่และเวลาของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* บริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของปัจจัยทางกายภาพซึ่งได้แก่ความลาดชันของพื้นที่ ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่มีต่อการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิดนี้ซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่นบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินในพื้นที่ โดยทำการศึกษาในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน 2 บริเวณ (site A และ site B)และ ในแต่ละพื้นที่จะแบ่งการศึกษาตามระดับความสูงของพื้นที่นับจากเขตน้ำลงต่ำสุดขึ้นมา 5 ระดับ (Green, Blue, Red, Yellow, Mix) วิธีการศึกษาทำโดยใช้ quadrat ขนาด 25x25 ซม วางบนแนวในแต่ละระดับความสูง แล้วถ่ายภาพของหอยสองฝาชนิดดังกล่าวอย่างน้อย 15 ครั้งแล้วนำภาพที่ได้มานับจำนวนโดยโปรแกรม image J และโปรแกรม Microsoft excel และโปรแกรม spss ทำการศึกษาเดือนละ 1 ครั้งในช่วงน้ำลงต่ำสุด เก็บข้อมูลทั้งหมด 6 เดือน (ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม) จากผลการศึกษาปัจจัยทางด้านความลาดชันมีผลต่อความหนาแน่นของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* บนหาดหิน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) มีความหนาแน่นของหอยชนิดนี้น้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) อย่างชัดเจน ปัจจัยทางด้านความแตกต่างตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อความหนาแน่นของหอย *Isognomon nucleus* เช่นกัน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยสองฝาชนิดนี้ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) มีความหนาแน่นของหอยชนิดนี้ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงน้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) อย่างชัดเจน ปัจจัยทางด้านระยะเวลามีผลต่อความหนาแน่นของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* บนหาดหิน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยเมื่อแบ่งการศึกษาออกเป็นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่าในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายนมีความหนาแน่นน้อยกว่าช่วงฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ดร.มณฑล แก่นมณี อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจนการทำปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์ดุสิต เอื้ออำนวย และคุณนิพนธ์ จิตตำนานที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจ คอยให้ความห่วงใยและคอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน จนการทำปัญหาพิเศษและการเรียนตลอด 4 ปี ของข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสุจิตรา คุณสาธิต คุณสุรีวัลย์ คุณสุริยา คุณปิยศักดิ์ คุณอารยา คุณรุ่งนภา คุณชลดา คุณดาริน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในกลุ่มทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดีจนการทำปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วง

นายสมชัย นิลวัตถา

พฤษภาคม 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	22
ผลการศึกษาและวิจารณ์	24
สรุปผลการศึกษา	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ข้อมูลทั้งหมดที่นำมาทำกราฟเปรียบเทียบการของการศึกษา	32
2	เปรียบเทียบความแตกต่างตามแนวระดับน้ำ	32
3	เปรียบเทียบความแตกต่างตามระยะเวลา	33
4	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความลาดชัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
	พื้นที่และตำแหน่งที่ทำการศึกษาบนชายฝั่งของ New South Wales, Australia	5
2	จำนวนเฉลี่ยของสายพันธุ์ต่อ shore จาก 24 shore ต่อ quadrat (n=80), ต่อ site (n=4), และต่อ shore (n=1) ในช่วงฤดูร้อน(S1) และฤดูหนาว (W1)	6
3	แสดงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ความลึกแตกต่างกัน	7
4	แสดงข้อมูล log-transformed ของจำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae (แท่งสีดำ) ,จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae (แท่งสีขาว) และ จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae (แท่งสีเทา) A คือ บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่เปิด , B คือ บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิด , C คือ บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่ปิด และ D คือ บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่ปิด	9
5	แผนที่แสดงสถานที่ที่ทำการศึกษาและทิศทางการไหลของกระแสน้ำ	10
6	ข้อมูล log-transformed ของจำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae (แท่งสีดำ) ,จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae (แท่งสีขาว) และ จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae (แท่งสีเทา)	11
7	แสดงปริมาณ chlorophyll a ในปี 1999-2002	12
8	จำนวนของ *(Spisula solidissima* และ *Ensis directus)* ค่าทางขวามือเป็นจำนวนตัว อ่อนหอย 2 ฝา (no. m–3) ทางซ้ายมือเป็นเส้นอุณหภูมิ ส่วนด้านล่างเป็นระยะทางจากฝั่งออกสู่ทะเล ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเกิด upwelling วันที่ 21 สิงหาคม จนถึงช่วงเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม และกลับมาเกิด upwelling อีกครั้งวันที่ 27 สิงหาคม	13
9	จำนวนของ *(Tellina spp.* และ *Mulinia lateralis)* ค่าทางขวามือเป็นจำนวนตัวอ่อนหอย 2 ฝา (no. m–3) ทางซ้ายมือเป็นเส้นอุณหภูมิ ส่วนด้านล่างเป็นระยะทางจากฝั่งออกสู่ทะเล ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเกิด upwelling วันที่ 21 สิงหาคม จนถึงช่วงเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม และกลับมาเกิด upwelling อีกครั้งวันที่ 27 สิงหาคม	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

10	เส้นอุณหภูมิและความเค็มที่ Duck, North Carolina ประเทศสหรัฐอเมริกา เกิด upwelling วันที่ 21 และ 27 สิงหาคม และเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม	16
11	ความสูงของคลื่นโดยเฉลี่ยในสถานที่ที่ทำการศึกษาโดยสถานที่ศึกษาเรียงลำดับจากทางทิศใต้ไปยังบริเวณทางทิศเหนือในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 1998-2002	18
12	แสดงปริมาณตัวอ่อนของหอยขนาดต่างๆ ในสถานที่ที่ทำการทดลอง 3 สถานที่ในช่วงเวลาเดียวกัน	19
13	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตายของ *Mytilus trossulus* ต่อวันบริเวณขอบกับตรงกลางของพื้นที่อาศัยและความหนาแน่นของ *Nucella spp.* ในพื้นที่อาศัย ซึ่งแสดงค่าอัตราการตายของ *M. trossulus* และความหนาแน่นของ *Nucella spp.* แตกต่างกัน (a) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp.* บริเวณรอบ ๆ *Mytilus trossulus* (b) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณขอบ (c) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณตรงกลาง (d) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณรอบ ๆ *Mytilus trossulus* (e) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณขอบ (f) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณตรงกลาง	20
14	แผนที่แสดงสถานที่ทำการศึกษาของ site 1 และ site 2	23
15	ผลรวมความหนาแน่นทุก line ใน site A ของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละเดือน	25
16	ผลรวมความหนาแน่นทุก line ใน site B ของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละเดือน	25
17	ความหนาแน่นทุก line ใน site A,B ของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละเดือน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

18	ผลรวมความหนาแน่นทุกเดือนที่ site A ของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละ line	27
19	ผลรวมความหนาแน่นทุกเดือนที่ site B ของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละ line	28
20	อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันของ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หาดหินคือพื้นที่แนวชายฝั่งซึ่งมีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นหินซึ่งพบได้ทั้งหินแกรนิตซึ่งเกิดจากภูเขาไฟ หินปูน หินทรายและหินชนวน สภาพความลาดชันของพื้นที่แตกต่างกันไป ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่มีต่อหาดหินคือการกระทำของคลื่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามฤดูกาล และระดับน้ำขึ้นน้ำลง สิ่งมีชีวิตที่จะอาศัยในบริเวณดังกล่าวได้จะต้องมีความสามารถในการปรับตัวเพื่อรับการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม เช่นสามารถยึดเกาะกับหินได้อย่างมั่นคง มีลำตัวแบนเพื่อหลบอยู่ในซอกหลืบหรือโพรงหิน หรือมีฝาปิดหรือมีเปลือกหุ้มตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำขณะน้ำลง จากการศึกษาเบื้องต้นบริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี พบว่า หอยสองฝาขนาดเล็กชนิด *Isognomon nucleus* เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น (dominant species) ของหาดหินในพื้นที่ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเชิงลึกในทางนิเวศวิทยาของหาดหินเพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่กำหนดการอยู่อาศัยและการแพร่กระจายของหอยชนิดดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน
2. ศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง
3. ศึกษาแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ตามระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

จากการศึกษาหาดหินที่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พบว่าสิ่งมีชีวิตที่เด่นในบริเวณนี้คือหอย *Isognomon Nucleus* ซึ่งพบเป็นจำนวนมาก จากการจำแนกหอยชนิดนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

ชีววิทยาของหอย 2 ฝา Isognomon

Kingdom Animalia

- Phylum Mollusca
  - Class Bivalvia
    - Order Anisomyaria
      - Family Isognomonidae
        - *Isognomon nucleus*

การเปิดและปิดฝาเกิดจากกล้ามเนื้อที่ยึดฝาตามขวาง 2 มัด ซึ่งอยู่ด้านหลังที่ด้านหน้าและด้านท้ายของลำตัว (anterior adductor muscle and posterior adductor muscle) เปลือกของหอยสองฝามักเป็นรูปไข่นูน ข้างส่วนที่นูนออกมามากที่สุดเรียกว่า อัมโบ (umbo) เป็นส่วนของเปลือกที่มีอายุมากที่สุดเกิดขึ้นตั้งแต่ระยะตัวอ่อน หอยสองฝามีเท้าที่พัฒนาได้ดีและมีความจำเพาะสำหรับการขุด การฝังตัว และการไถลงไปในพื้นโคลนหรือทรายที่อ่อนนุ่มหรือบนหินที่มีความแข็งด้วยเพื่อป้องกันตัวเองจากการถูกลมหรือ กระแสน้ำ พัดพาไปซึ่งจะเป็นอันตรายต่อหอยเอง เท้าของหอยสองฝาที่ไม่ฝังตัว เช่น หอยแมลงภู่ หอยนางรม จะลดขนาดลงทำหน้าที่สร้างสารที่ใช้ในการยึดเกาะกับหิน ไม้หรือเปลือกหอย กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเท้าคือกล้ามเนื้อเหยียดเท้า (protractor muscle) ซึ่งมี 1 คู่ทางด้านหน้า และกล้ามเนื้อหดเท้า (retractor muscle) ซึ่งมักจะมี 2 คู่ ด้านหน้าและด้านท้าย ซึ่งการดำรงชีวิตของหอยเหล่านี้ต้องอาศัยในสภาพแวดล้อม ดังนั้น *สภาพแวดล้อมที่หอยอาศัยอยู่จึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของหอยชนิดนี้มาก*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์ในทะเลโดยทั่วไปจะอยู่อาศัยเป็น เขต ๆ ไป และสัตว์ที่อยู่อาศัยบริเวณหาดหินก็เช่นกันจะมีการแสดงเขตอาศัยที่ชัดเจน ซึ่งสามารถแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้ดังนี้

1.เขตเหนือระดับน้ำขึ้นปรกติ (Upper intertidal zone) บริเวณนี้น้ำทะเลจะท่วมไม่ถึง ยกเว้นในเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุด(High spring tide)เท่านั้น สภาพแวดล้อมบริเวณนี้จะออกกึ่งบกกึ่งทะเล พวกที่อาศัยอยู่บริเวณนี้จะได้รับความชื้นจากน้ำที่กระเซ็นของคลื่นที่พัดเข้าฝั่งซึ่งสามารถเรียกเขตนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า Splash zone สภาวะของบริเวณนี้จึงขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณนี้มีไม่มากนัก หอยที่พบบริเวณนี้โดยมากได้แก่พวกหอยขี้นกหรือหอยขมทะเล (Periwinkles)สกุล *Littorina* และเนื่องจากพบหอยชนิดนี้เป็นจำนวนมากในเขตนี้เราจึงเรียกเขตนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า Littorina zone หอยชนิดนี้จะใช้แรดูลา (Radula) ซึ่งเป็นเนื้อหนามแข็งๆ ลักษณะคล้ายฟันขูดกินสาหร่ายที่เกาะตามโขดหินเป็นอาหาร ช่างต่างกับนักการเมืองไทยเหลือเกินกินได้ทั้งอิฐ หิน ปูน ทราย นอกจากนั้นหอยชนิดนี้ยังมีความสามารถพิเศษโดยหายใจเอาออกซิเจนในอากาศไปใช้เหมือนกับหอยบก และยังสามารถทนต่อสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีทำให้พวกมันสามารถอยู่ได้โดยปราศจากน้ำเป็นเดือน ๆ นอกจากหอยขมทะเลแล้วยังพบหอยหมวกเจ๊กหรือหอยฝาชี (Limpets) ทั้งสามสกุลคือ *Colisella, Acmaea และ Lottia*

2. เขตน้ำขึ้น น้ำลง (Intertidal zone) เป็นบริเวณที่มีขอบเขตกว้างที่สุด มีน้ำขึ้น น้ำลง เปลี่ยนแปลงในรอบวัน มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากกว่าเขตแรก สิ่งมีชีวิตที่พบจะมีชนิดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำขึ้น น้ำลงว่าเป็นแบบใด เช่น น้ำเดี่ยว (1 วันมีน้ำขึ้น น้ำลง 1 ครั้ง) น้ำคู่ (1วันมีน้ำขึ้นน้ำลง 2 ครั้ง) หรือน้ำผสม (บางวัน 1 ครั้ง บางวัน 2 ครั้ง เช่น อ่าวไทย) เพราะจำนวนครั้งของน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตนั้นเอง สัตว์ที่พบในเขตน้ำขึ้นน้ำลงทางตอนบนได้แก่ เพรียงหิน (*Acorn barnacle*) สกุล *Chthamalus* ซึ่งมีขนาดเล็กสี่เทาอาศัยเป็นแนวยาวทนต่อสภาวะแห้งแล้งได้ดีกว่าเพรียงหินสกุลอื่น ในเขตถัดมาตอนล่างจะพบเพรียงหินสกุล *Balanus* และ *Semibalanus* ในเขตนี้นอกจากเพรียงแล้วยังพบหอยฝาเดียว (Dog whelk) ซึ่งจะกินเพรียงเป็นอาหารโดยใช้ฟัน (Radula) เจาะเปลือกเพรียงหรือปล่อยสารในร่างกายออกมาทำให้เปลือกเพรียงนิ่มจากนั้นมันก็จะกินเนื้อภายในเปลือก ดาวทะเลก็เป็นสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่เป็นศัตรูของเพรียงคือ

สัตว์ที่อาศัยอยู่ถัดลงมาจากเขตเพรียงได้แก่หอยแมลงภู่สกุล *Mytilus* และเพรียงคอห่าน (Goose-neck barnacle) สกุล *Pollicipes* เพรียงชนิดนี้จะมีก้าน (Stalk) ยาว ซึ่งจะยาวแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาแน่นของประชากร มีเปลือกซึ่งเป็นแผ่นหินปูน (Calcareous plate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะน้ำขึ้นจะโผล่ส่วนเท้าออกมาหาอาหารและจะปิดเปลือกเวลาน้ำลง เพื่อป้องกันความร้อนและรักษาความชื้นในร่างกาย เพรียงจะเป็นสัตว์ที่มีเพศรวม (Hermonophrodihe) หรือพูดให้ฟังง่ายๆ คือมีทั้งสองเพศในตัวเดียวกัน

3. เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงปกติ (Lower intertidal zone) บริเวณนี้จะเป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลา อาจจะโผล่พ้นน้ำบ้างนานๆ ครั้งและเป็นเวลาสั้นๆ บริเวณนี้จะไม่พบหอยแมลงภู่และเพรียง สัตว์ทะเลที่พบได้แก่ หนอนตัวแบนในอันดับ Polyclad สัตว์ชนิดนี้มีสีสันสวยงาม ลำตัวมีขนเล็กๆ ปกคลุมเพื่อใช้สำหรับคลานบนก้อนหิน กินอาหารทั้งพวกที่มีชีวิตและซากที่ตายแล้วโดยยืดปากออกคลุมและหุ้มเยื่อไว้ภายในแล้วจึงปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อย บางครั้งพบว่ามันสามารถกินหนอนปล้องซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าตัวมันถึง 4 เท่า และยังพบฟองน้ำ (Sponges) ซึ่งเคลือบอยู่บนพื้นหิน ลิ่นทะเล (Chitons) กระต่ายทะเล (Sea hares) หอยหมวกเจ็ก (Limpets) หอยโข่งทะเล หรือหอยเป๋าฮือ สกุล Haliotis และเม่นทะเล (Sea urchin) นอกจากนั้นยังอาจพบทากทะเล (Sea slug) ดาวทะเล (Sea star) หอยฝาเดียว (Snails) ปู (Crab)และกุ้งมังกร (Lobster)

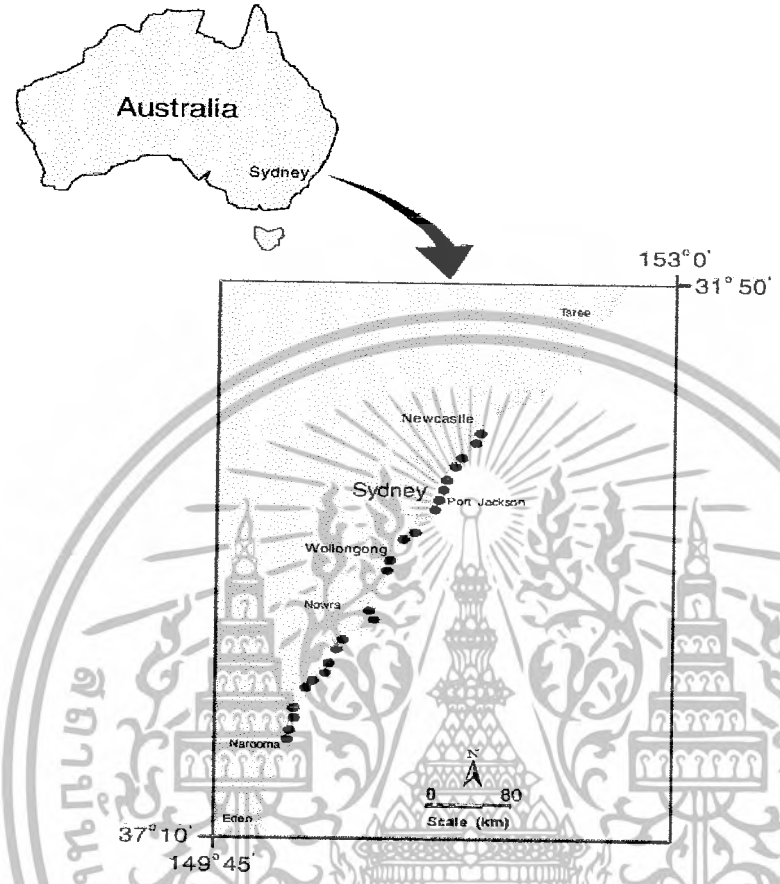
ระบบนิเวศหาดหิน เป็นบริเวณที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของพืชและสัตว์ทะเล เราจะเห็นการกระจายของพืชและสัตว์ทะเลเป็นการรวมกลุ่มเป็นแนวตามระดับความสูงวัดจากระดับน้ำทะเล การผุพังหรือการกัดเซาะของน้ำทะเลทำให้เกิดซอกเล็กซอกน้อยมากมาย จึงพบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากบริเวณหาดหิน รวมทั้งยังเป็นแหล่งหลบภัยของสัตว์น้ำวัยอ่อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่จะอาศัยอยู่บริเวณนี้ได้ก็จะต้องฝ่าฟันการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวภาพ โดยการปรับตัว ทั้งทางร่างกายและพฤติกรรมเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่รอดมาได้ ดังจะกล่าวได้ ดังนี้

1. พื้นที่

Underwood (2008) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตบนหาดหิน บริเวณชายหาดของ New South Wales ประเทศออสเตรีย จากทางทิศเหนือ(เมือง New castle)จนถึงทางทิศใต้(เมือง Narooma) จากการศึกษาเก็บข้อมูลทั้งหมด 24 จุด (ภาพที่ 1) โดยเก็บข้อมูลเป็น shore ก่อน แล้วจึงเก็บข้อมูลเป็น site จากนั้นจึงเก็บข้อมูลเป็น quadrat ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้นำมาเปรียบเทียบเพื่อดูความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตว่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่เมื่อเก็บข้อมูลด้วยหน่วยวัดที่ต่างกัน โดยเก็บข้อมูล 2 ปี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ปี 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

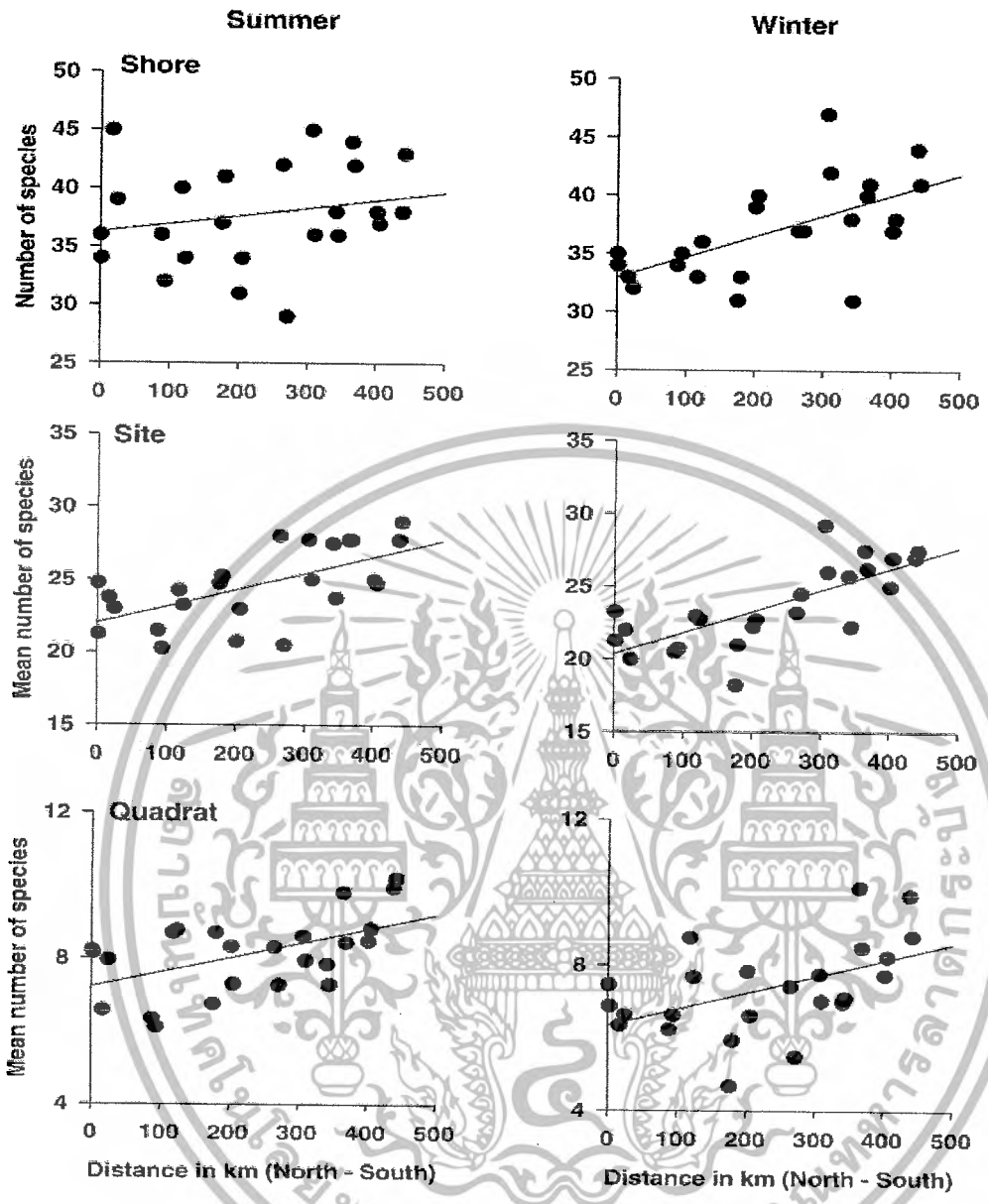
(s1) และเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปี 2001 (s2) ในช่วง Summer/autumn และเก็บข้อมูลอีกในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ปี 2000 (w1) และปี 2001 (w2) ช่วง winter/spring



ภาพที่ 1 พื้นที่และตำแหน่งที่ทำการศึกษาบนชายฝั่งของ New South Wales, Australia
ที่มา : Underwood (2008)

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการเก็บข้อมูลทั้ง shore,site และ quadrat พบว่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในการเก็บข้อมูลเป็น shore ,site และ quadrat ในช่วง summer และ winter ให้ผลไม่แตกต่างกัน คือ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากทิศเหนือ-ไปทิศใต้ ยิ่งระยะทางเพิ่มขึ้น จำนวนเฉลี่ยของสายพันธุ์ก็ยิ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในการเก็บข้อมูลแบบ shore ช่วง winter จะเห็นแนวโน้มได้ชัดเจนกว่า (ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



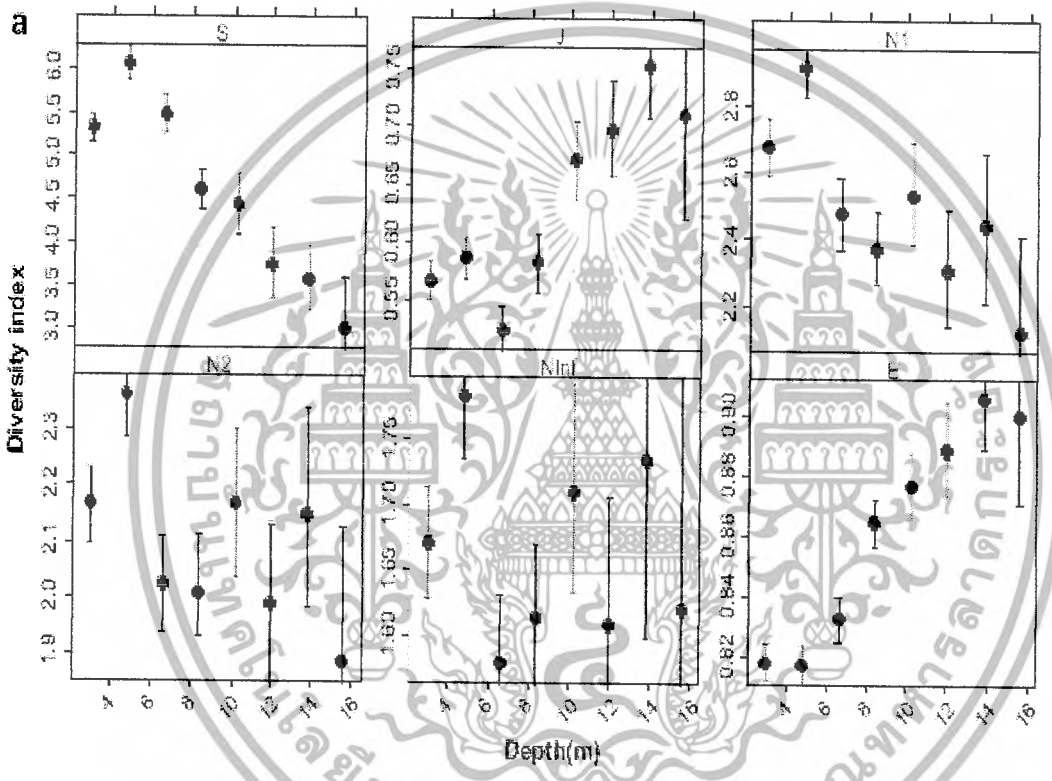
ภาพที่ 2 จำนวนเฉลี่ยของสายพันธุ์ต่อ shore จาก 24 shore ต่อ quadrat(n=80), ต่อ site (n=4), และต่อ shore (n=1) ในช่วงฤดูร้อน(S1) และฤดูหนาว (W1)

ที่มา : *Underwood (2008)*

สอดคล้องกับการศึกษาของ Rufino *et al.*(2008) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่นของหอย 2 ฝา ทำการศึกษาที่ WBarl (จาก 9.00 องศา W ถึง 8.42 องศา W longitude), EBarl (ละติจูดที่ 8.42 องศาตะวันตก - 7.88 องศาตะวันตก) และ Sot (ละติจูดที่ 7.88 องศาตะวันตกถึง 7.3 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะวันตก). เก็บตัวอย่างตั้งแต่ปี 2000-2006 พบว่าความลึกของพื้นที่มีผลต่อความหนาแน่นของหอย 2 ฝา คือถ้าความลึกเพิ่มขึ้นความหนาแน่นของหอย 2 ฝา จะลดลง จากภาพค่าที่แกน Y คือ ดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆ ที่ความลึกแตกต่างกัน, ค่าที่แกน X คือ ความลึก : ค่าดัชนีความหลากหลายจะลดลงตามความลึกที่เพิ่มมากขึ้น เช่นดูที่ S ที่ความลึก 5 จะมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุด(6.0) ความลึกต่อๆมา ค่าดัชนีความหลากหลายก็ลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มมากขึ้น จะเห็นว่าที่ความลึก 16 m จะมีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำที่สุดคือ 3.0



ภาพที่ 3 *แสดงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ความลึกแตกต่างกัน*

ที่มา: Rufino *et al.* (2008)

Martinez *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาจำนวนตัวอ่อนของหอย (*Mytilus Galloprovincialis*) ระยะต่าง ๆ ที่บริเวณ Ria de Vigo (NW Spain) ที่ซึ่งมีความแตกต่างทางภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์ โดยแบ่งสถานที่ทดลองเป็น 4 สถานีคือ บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่เปิด, บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่ปิด, บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดและ บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่ปิด พบว่าบริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่เปิด จะพบตัวอ่อนD larvae อยู่ตลอดเวลา จะพบมากที่สุดในเดือนมีนาคมกับเดือนเมษายน, และจะพบมากขึ้นเล็กน้อยในเดือนกันยายน และในปี 1993 จะพบมากอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

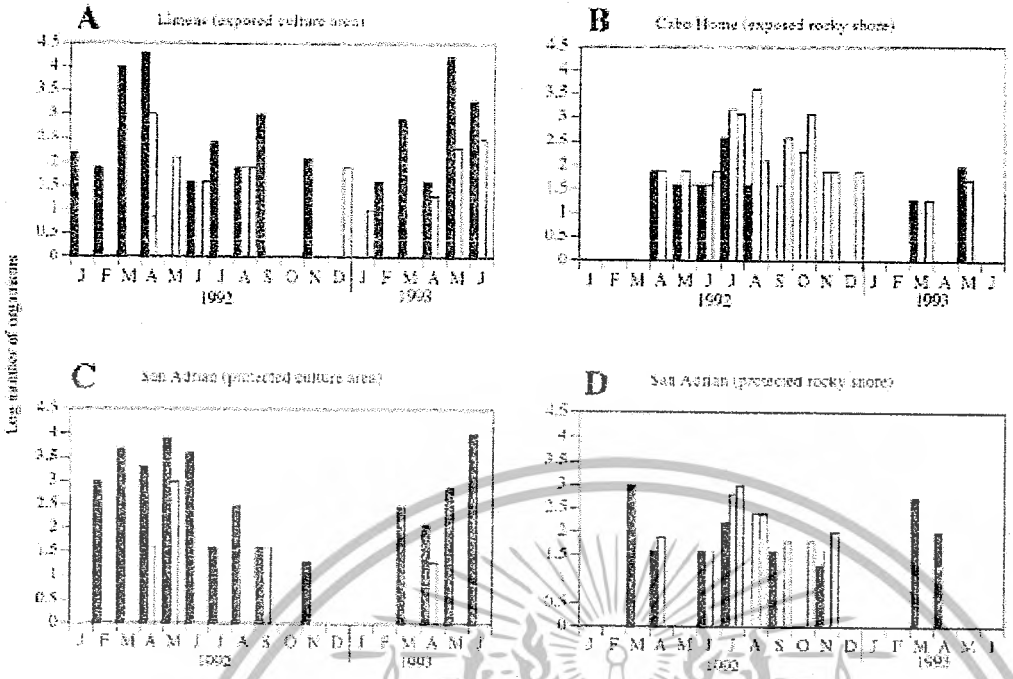
ครั้งในเดือนมีนาคม , พฤษภาคม และเดือนมิถุนายน จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae พบน้อยในเดือนเมษายน , พฤษภาคม และเดือนสิงหาคมในปี 1992 และเดือนเมษายน ,พฤษภาคม และเดือนมิถุนายนในปี 1993 จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae พบน้อยในเดือนมิถุนายน ,สิงหาคม และเดือนธันวาคมในปี 1992 ดังภาพที่ 4 A

บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่ปิด พบจำนวนตัวอ่อน D larvae น้อยกว่าบริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่เปิด ตัวจำนวนอ่อนระยะ D larvae จะพบมากในเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนมิถุนายนในปี 1992 หลังจากนั้นจะพบน้อยในเดือนกรกฎาคม , สิงหาคม , กันยายน และเดือนพฤศจิกายน ในปี 1992 ในปี 1993 พบจำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae มากตั้งแต่เดือนมีนาคมจนถึงเดือนมิถุนายน และพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน จำนวนตัวอ่อนระยะ pedeveleger larvae พบในฤดูใบไม้ผลิ และพบจำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae น้อยในเดือนพฤษภาคมปี 1992ดังภาพที่ 4 C

บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิด ตัวอ่อนระยะ D larvae พบน้อยในเดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคมในปี1992 และจะไม่พบตัวอ่อนระยะ D larvae ในเดือนกันยายน ปี 1992 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ปี1993 และเดือนเมษายนกับเดือนมิถุนายนปี 1993 ซึ่งไม่เหมือนกับปี 1992 ตัวอ่อนระยะ pedemeliger larvae มีความอุดมสมบูรณ์กว่าตัวอ่อนระยะ D larvae ตัวอ่อนระยะ post larvae มีความอุดมสมบูรณ์กว่าตัวอ่อนระยะ pedeveliger และพบตัวอ่อนระยะ post larvae สูงที่สุดจากสถานีที่ทำการศึกษา ดังภาพที่ 4 B

บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่ปิด พบจำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae น้อยกว่าสถานีที่ทำการศึกษาอื่น ๆ จำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae พบมากในเดือนมีนาคมปี1992 และปี1993 จำนวนตัวอ่อนระยะ pedeveliger มีปริมาณน้อยกว่าตัวอ่อนระยะ D larvae ตัวอ่อนระยะ post larvae มีปริมาณมากกว่าตัวอ่อนระยะ D larvae และตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae ดังภาพที่ 4 D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

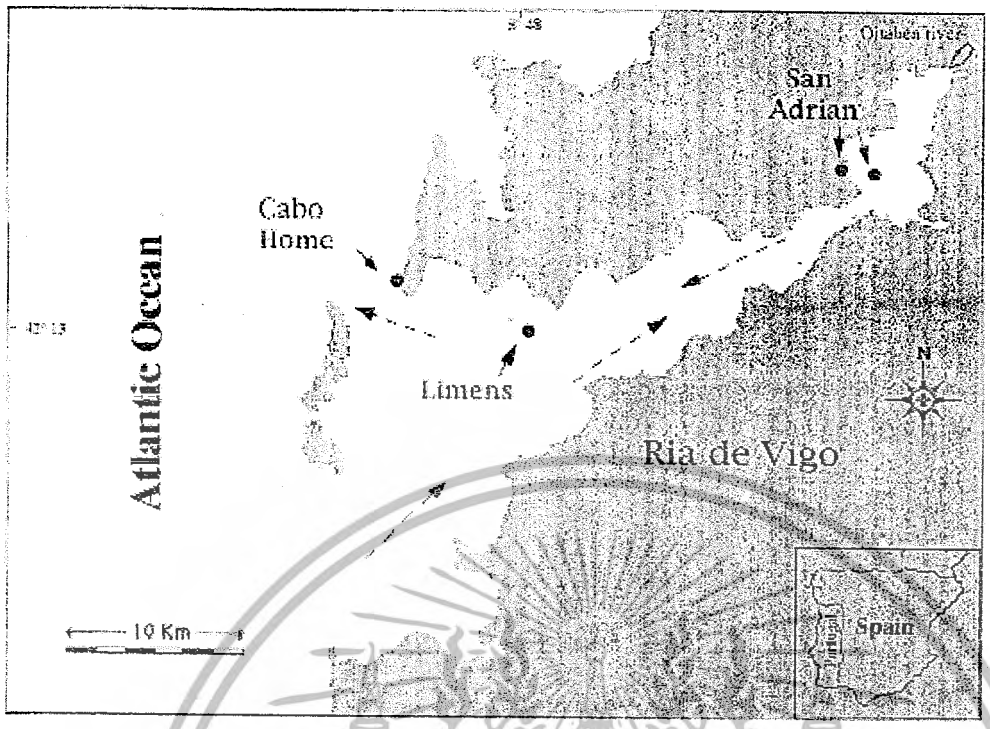


ภาพที่ 4 log-transformed ของจำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae (แท่งสีดำ) ,จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae (แท่งสีขาว) และ จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae(แท่งสีเทา) A คือ บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่เปิด , B คือ บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิด, C คือ บริเวณเพาะเลี้ยงหอยที่เป็นพื้นที่ปิด และ D คือ บริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่ปิด

ที่มา: Martinez *et al.* (1998)

จากการรายงานของ Martinez *et al.* (1998) สามารถสรุปได้ว่า จำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae ที่บริเวณเพาะเลี้ยงหอยมีปริมาณมากกว่าบริเวณหาดหิน จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae และจำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae ที่บริเวณหาดหินมีปริมาณมากว่าบริเวณเพาะเลี้ยงหอย จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae ในบริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดมีความปริมาณมากกว่าบริเวณหาดหินที่เป็นพื้นที่ปิด ซึ่งเป็นผลมาจากเส้นทางกระแสน้ำจากด้านนอกเข้าไปยังด้านใน ซึ่งพาตัวอ่อน จากบริเวณพื้นที่ปิดไปยังบริเวณพื้นที่เปิดดังภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงสถานที่ที่ทำการศึกษาและทิศทางการไหลของกระแสน้ำ

ที่มา: Martinez *et al.* (1998)

2. อุณหภูมิ

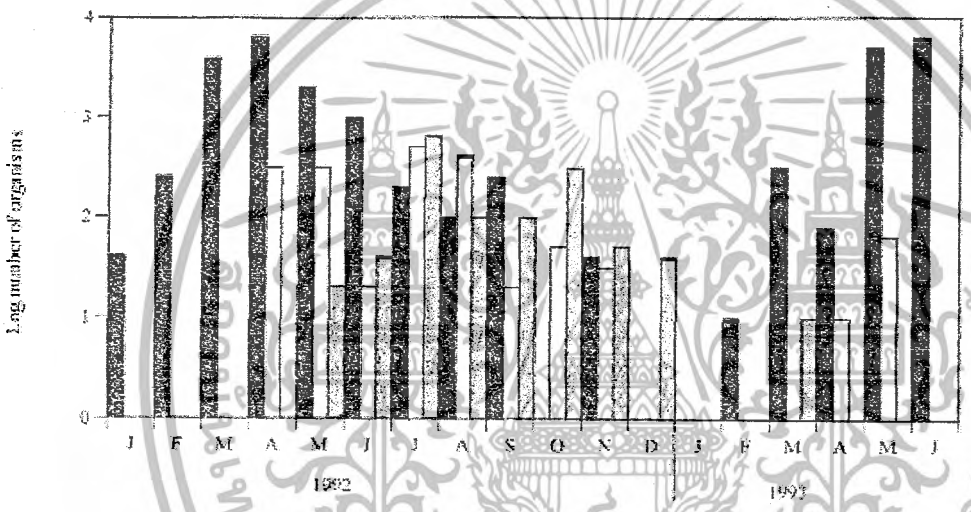
อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในทะเลและโดยเฉพาะสัตว์ที่อยู่บริเวณชายหาด จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าสัตว์ที่อยู่ในทะเล ซึ่งพูดให้ลึกลงไปได้อีกคือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมากเป็นเวลานาน จะทำให้ของเหลวในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงคือจะมีความเข้มข้นมากขึ้นเนื่องจากน้ำในเซลล์ระเหยออกไป และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้ของเหลวในเซลล์เกิดการตกตะกอนทันที และทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นตายลงในที่สุด สภาวะที่สิ่งมีชีวิตต้องทนต่อความร้อนและการสูญเสียน้ำนี้เรียกว่า สภาวะผึ่งแห้ง (Dessication)

ผลของอุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้นอกจากจะทำให้ของเหลวในร่างกายตกตะกอนแล้วยังเป็นผลให้สัตว์ขาดอ๊อกซิเจนด้วย เนื่องจากสัตว์เหล่านี้ต้องแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเนื้อเยื่อที่เปียกชุ่ม เช่น เหงือก เมื่อไม่มีน้ำช่วยค้ำจุนซี่เหงือกจะทำให้เหงือกติดกัน และลดพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สซึ่งจะทำให้ขาดอ๊อกซิเจนได้ในที่สุด ดังนั้นสัตว์ทะเลชายฝั่งจึงต้องมีการป้องกันตัวเองอย่างเช่น หอยมะระ (Rock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

shell) , หอยขี้นก (Periwinkle) , เพรียง (Barnacle) และหอยหมวกเจ็ก (Limpet) หอยพวกนี้มีเปลือกที่หนาเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการระเหยของน้ำภายในร่างกาย

Martinez *et al.* (1998) ทำการศึกษาปริมาณตัวอ่อนหอย (*Mytilus galloprovincialis*) บริเวณ Ria de Vigo (NW Spain) พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณตัวอ่อน โดยจะพบจำนวนตัวอ่อนเพิ่มขึ้นในฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำและตรงกับฤดูวางไข่ของหอย และเมื่อสิ้นสุดฤดูร้อนจำนวนตัวอ่อนก็จะลดลงเมื่อมีการลดลงของอุณหภูมิของน้ำ (ภาพที่ 6) โดยที่ตัวอ่อนระยะ D larvae จะมีจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae มีจำนวนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม , สิงหาคม และเดือนพฤษภาคม ตัวอ่อนระยะ post larvae พบมากที่สุดในเดือน กรกฎาคม และเดือนตุลาคม

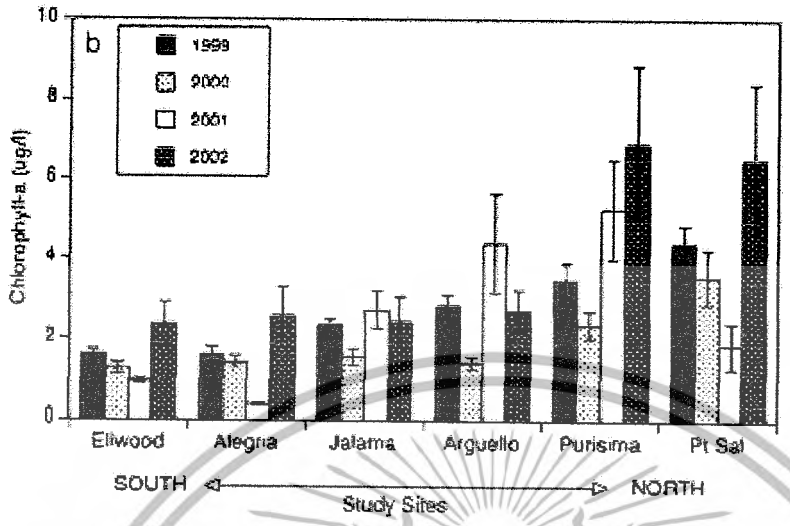


ภาพที่ 6 ข้อมูล log-transformed ของจำนวนตัวอ่อนระยะ D larvae (แท่งสีดำ) ,จำนวนตัวอ่อนระยะ pediveliger larvae (แท่งสีขาว) และ จำนวนตัวอ่อนระยะ post larvae (แท่งสีเทา)

ที่มา : Martinez *et al.* (1998)

สอดคล้องกับการศึกษาของ Blanchette et al. (2007) ที่ศึกษาจำนวนของหอย (*Mytilus californianus*) ทำการศึกษาที่ Point Conception. California, USA พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของหอยจะลดลงจากทิศใต้ไปยังทิศเหนือ เนื่องจากบริเวณทิศใต้นั้น อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่าบริเวณทิศเหนือ นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณทิศเหนือมี strong upwelling ซึ่งตรงข้ามกับบริเวณทิศใต้ มี weak upwelling โดยที่ upwelling มีส่วนในการลดอุณหภูมิของน้ำ การที่บริเวณทิศใต้มีจำนวนหอยมากกว่าทิศเหนือนั้นไม่สัมพันธ์กับปริมาณ chlorophyll a ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณอาหาร (ภาพที่ 7) จะพบว่าบริเวณทิศเหนือนั้นมีปริมาณ chlorophyll a มากกว่าบริเวณทิศใต้ แต่จำนวนหอยบริเวณทิศใต้กลับมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าบริเวณทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 *แสดงปริมาณ chlorophyll a ในปี 1999-2002*

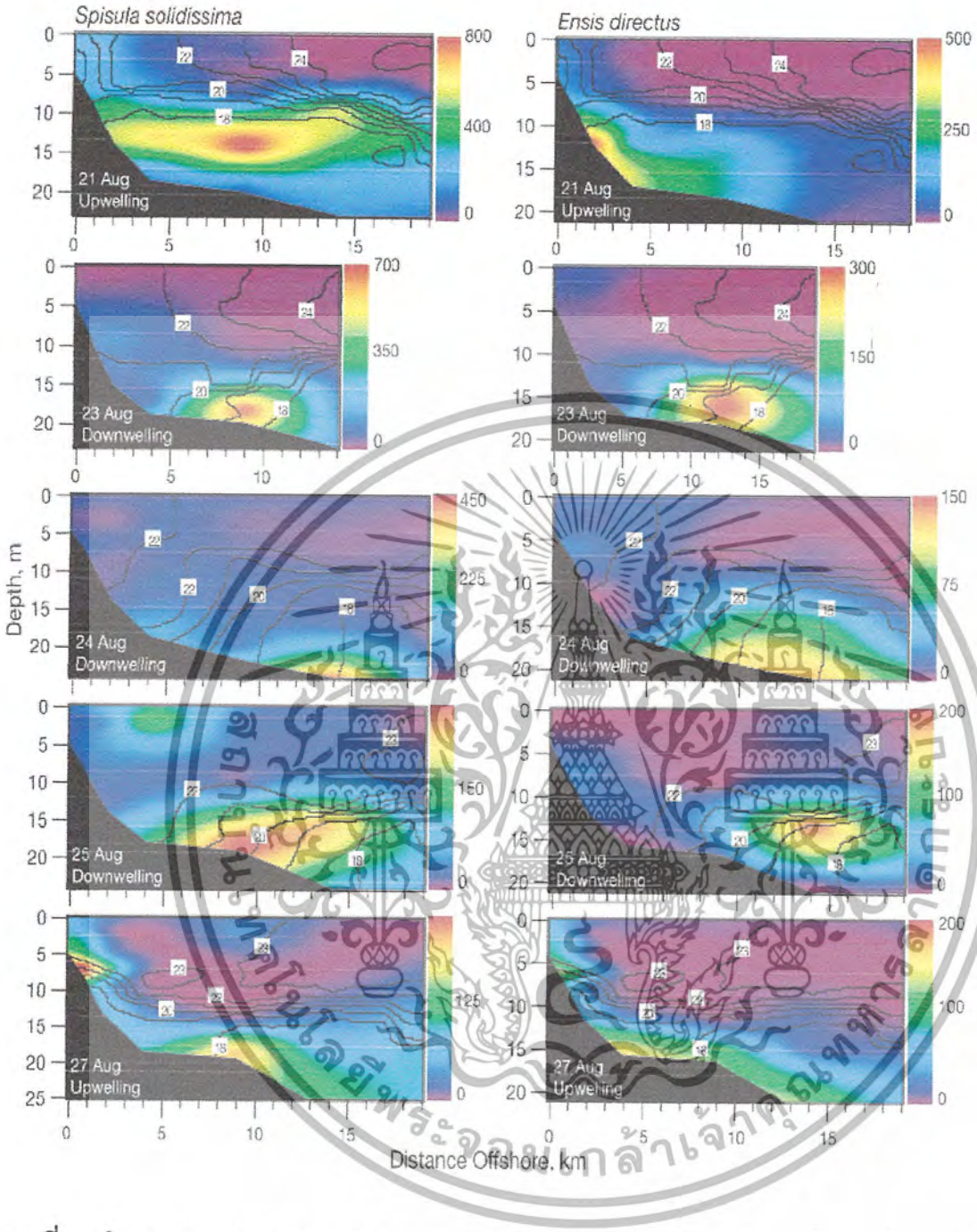
ที่มา : Blanchette *et al.* (2007)

3. การเคลื่อนที่ของมวลน้ำ

upwelling มีส่วนในการลดอุณหภูมิของน้ำ Blanchette *et al.* (2007) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Shanks and Laura (2005) ซึ่งศึกษาการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนหอยสองฝา พบว่า การเคลื่อนที่ของมวลน้ำสามารถที่จะพัดพาตัวอ่อนออก-เข้าชายฝั่งได้ โดยทำการศึกษาผลของการเกิด upwelling, downwelling และ cross-shelf transport ต่อตัวอ่อนของหอย 2 ฝา 4 ชนิด คือ *Spisula solidissima, Ensis directus, Tellina* spp. และ *Mulinia lateralis* ระหว่างวันที่ 21-27 สิงหาคม 1994 ทำการเก็บข้อมูลที่ Duck, North Carolina, USA ซึ่งตามทฤษฎีบอกว่าตัวอ่อนของหอย 2 ฝา จะว่ายน้ำออกจากฝั่งในช่วงเกิด upwelling และจะเข้าสู่ฝั่งในช่วงเกิด downwelling แต่จากการศึกษาพบว่าตัวอ่อนของ *Spisula solidissima* และ *Ensis directus* จะว่ายน้ำเข้าหาฝั่งเมื่อเกิด upwelling และว่ายออกจากฝั่งช่วงเกิด downwelling ส่วน *Tellina spp.* และ *Mulinia lateralis* ก็เช่นกัน โดยไม่คำนึงถึง cross-shelf current และ exchange ของน้ำบริเวณใกล้ฝั่งและน้ำบริเวณไกลฝั่ง ซึ่งแสดงว่าสมมุติฐานนี้เป็นเท็จ ซึ่งผลกระทบของ upwelling และ downwelling ต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนขึ้นอยู่กับพฤติกรรมและการแพร่กระจายของหอย 2 ฝาด้วย

เมื่อทำการศึกษาจำนวนตัวอ่อนของหอย 2 ฝาที่ละชนิดพบว่า เมื่อเกิด upwelling จำนวนหอย 2 ฝาที่บนฝั่งจะมีจำนวนมากขึ้นและเมื่อเกิด downwelling จำนวนหอยบนฝั่งจะลดจำนวนลงทั้ง 4 ชนิด ดังภาพที่ 8 และ 9

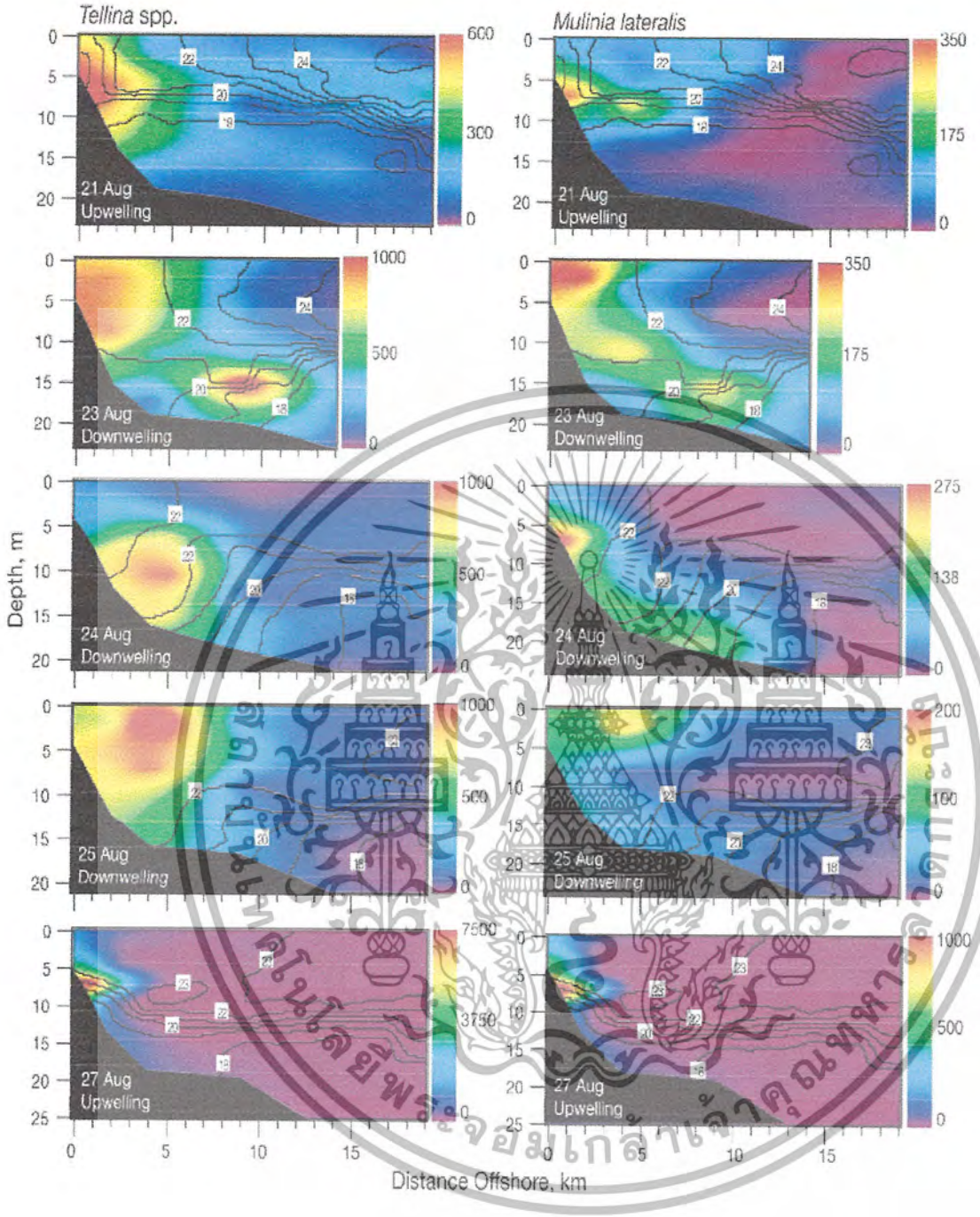
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 จำนวนของ *(Spisula solidissima* และ *Ensis directus)* ค่าทางขวามือเป็นจำนวนตัวอ่อนหอย 2 ฝา (no. m–3) ทางซ้ายมือเป็นเส้นอุณหภูมิ ส่วนด้านล่างเป็นระยะทางจากฝั่งออกสู่ทะเล ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเกิด upwelling วันที่ 21 สิงหาคม จนถึงช่วงเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม และกลับมาเกิด upwelling อีกครั้งวันที่ 27 สิงหาคม

ที่มา : Shanks and Laura (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 จำนวนของ *(Tellina spp.* และ *Mulinia lateralis)* ค่าทางขวามือเป็นจำนวนตัวอ่อนหอย 2 ฝา (no. m–3) ทางซ้ายมือเป็นเส้นอุณหภูมิ ส่วนด้านล่างเป็นระยะทางจากฝั่งออกสู่ทะเล ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเกิด upwelling วันที่ 21 สิงหาคม จนถึงช่วงเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม และกลับมาเกิด upwelling อีกครั้งวันที่ 27 สิงหาคม

ที่มา : Shanks and Laura (2005)

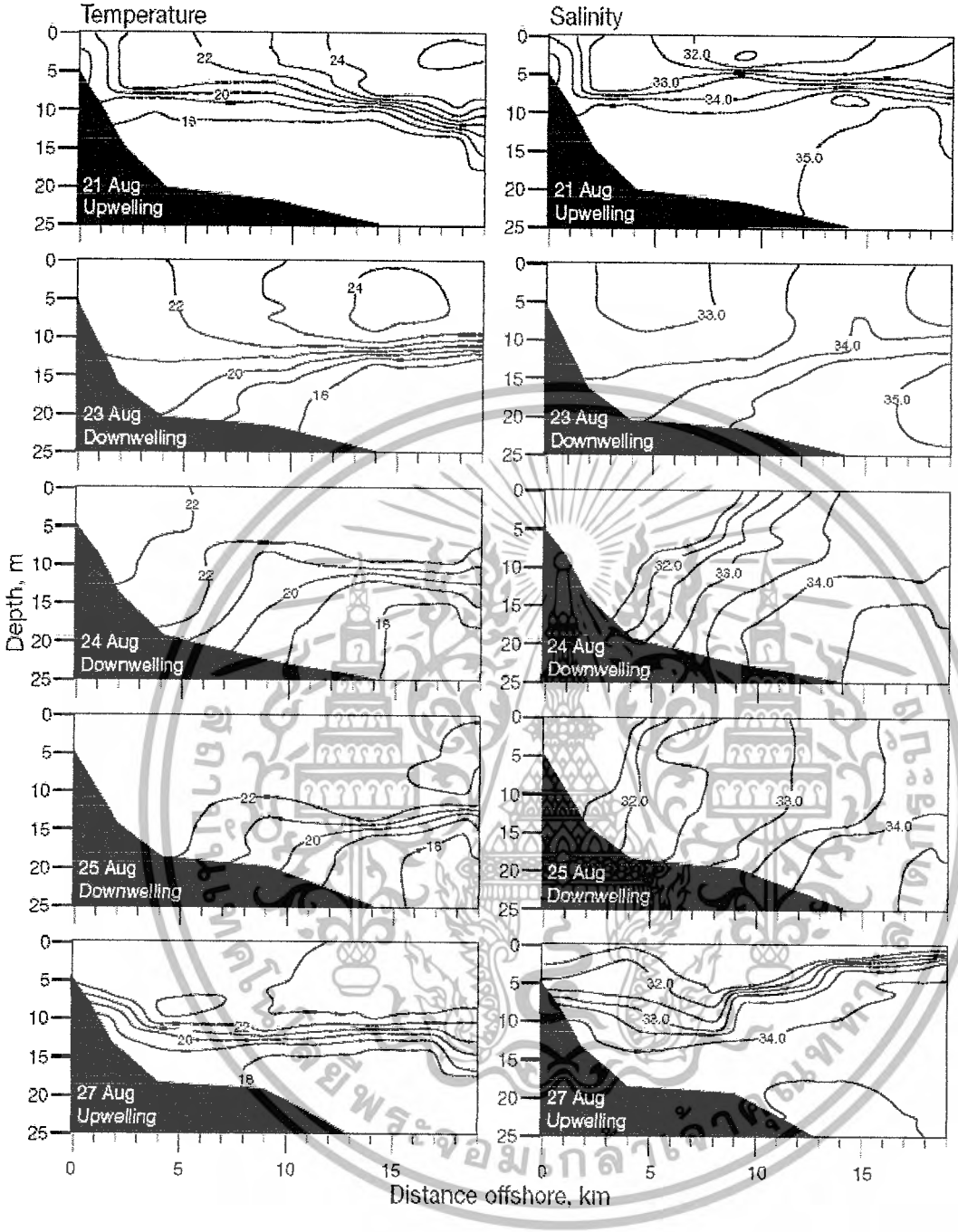
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มจะมีอิทธิพลมากกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าน้ำและชายหาด เนื่องจากบริเวณนี้จะมีความเปลี่ยนแปลงของความเค็มค่อนข้างมาก อย่างเช่น เวลาน้ำลงหรือมีแสงแดดมากทำให้น้ำทะเลในแอ่งหิน (Tide pool) ซึ่งเป็นแอ่งน้ำเล็ก ๆ ระเหย ทำให้มีความเค็มมาก แต่ถ้าหากมีฝนตกก็จะทำให้ความเค็มลดลงทันทีซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแอ่งหินนี้ และเนื่องจาก Tide pool นี้มีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเค็มมากกว่าปรกติจึงทำให้พืชและสัตว์ทั่วไปที่มีการกระจายอยู่ในเขตนี้ไม่สามารถอยู่ได้ นอกจากพวกที่มีความทนทานต่อสภาพดังกล่าวเช่น หอยขี้ตา (Periwinkles), สาหร่ายไส้ไก่ (*Enteromorpha*) ,สาหร่ายเห็ดหูหนู และดอกไม้ทะเล (Sea anemone) บางชนิด

จากการศึกษาของ Shanks and Laura (2005) พบว่าช่วงที่เกิด upwelling จำนวนตัวอ่อนจะว่ายน้ำเข้าฝั่งและช่วงที่เกิด downwelling ตัวอ่อนของหอยจะว่ายน้ำออกจากฝั่ง เมื่อทำการสำรวจคุณภาพน้ำพบว่า ช่วงที่เกิด upwelling อุณหภูมิที่ผิวน้ำจะต่ำกว่าช่วงที่เกิด downwelling ส่งผลให้ความเค็มที่ผิวน้ำสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเกิดการดันตัวของน้ำด้านล่างที่มีอุณหภูมิต่ำขึ้นมาบนผิวน้ำและเมื่อยิ่งไกลฝั่งออกไปอุณหภูมิของน้ำก็จะลดลงและความเค็มก็จะลดลงด้วย ส่วนช่วงที่เกิด downwelling อุณหภูมิที่ผิวน้ำจะสูงกว่าช่วงที่เกิด upwelling ส่งผลให้ความเค็มที่ผิวน้ำลดลง แต่เมื่อยิ่งไกลฝั่งออกไปทั้งอุณหภูมิและความเค็มที่ผิวน้ำจะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 เส้นอุณหภูมิและความเค็มที่ Duck, North Carolina ประเทศสหรัฐอเมริกา เกิด upwelling วันที่ 21 และ 27 สิงหาคม และเกิด downwelling วันที่ 23,24 และ 25 สิงหาคม

ที่มา : Shanks and Laura (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5. น้ำขึ้นน้ำลง (Tide)

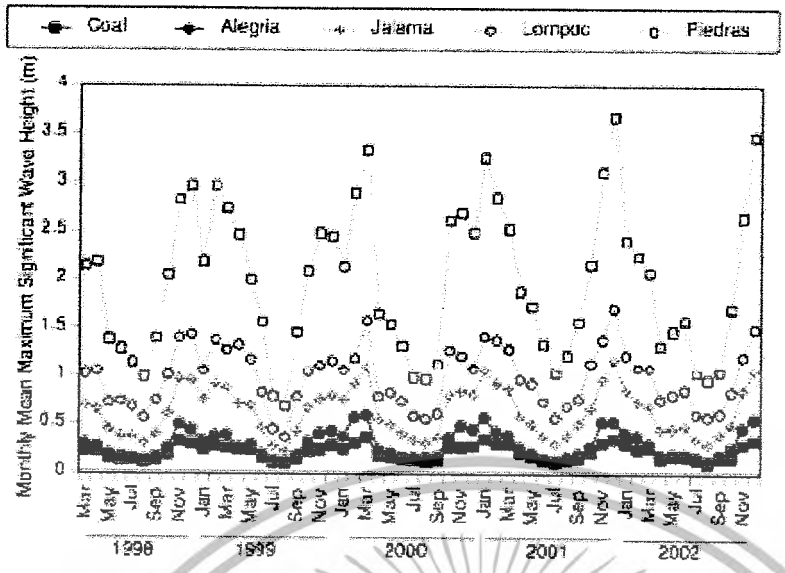
น้ำขึ้นน้ำลงเป็นผลจากอิทธิของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ซึ่งจะมีบทบาทกับสัตว์ชายฝั่งมากกว่าสัตว์ในทะเล เนื่องจากขณะที่น้ำลงสัตว์จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเค็ม ทำให้สัตว์ทะเลที่อยู่ชายฝั่งเหล่านี้ต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปเช่น เพรียง (Barnacle) และหอยสองฝาจะปิดเปลือกสนิทเวลาที่น้ำลงเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำภายในร่างกาย ส่วนพวกหอยฝาเดียวจะขับเมือกออกมาซึ่งมีลักษณะคล้ายแผ่นฟิล์มบาง ๆ เคลือบลำตัวไว้เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำเช่นเดียวกัน

6. **คลื่น** (Wave)

คลื่นมีบทบาทที่สำคัญมากกับสิ่งมีชีวิตบนหาดหิน เนื่องจากความแรงของคลื่นทำให้สัตว์ที่จะอยู่ในบริเวณนี้ได้ต้องมีการปรับตัวทั้งรูปร่างและพฤติกรรมโดยการยึดเกาะกับหินเพื่อไม่ให้ถูกคลื่นพัดพาออกไป นอกจากนั้นแรงกระแทกของคลื่นก็มีผลโดยตรงกับสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้ ทำให้ต้องมีการปรับตัวเพื่อลดแรงกระแทกของคลื่นเช่น เพรียงหินและหอยนางรมมีเปลือกที่หนา หอยบางชนิดจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเพื่อลดแรงกระแทกของคลื่น ซึ่งนับว่าเป็นพฤติกรรมที่ชาญฉลาดมาก ส่วนสัตว์ชนิดอื่น ๆ ในบริเวณเดียวกันนี้สังเกตุได้ว่าส่วนใหญ่มักมีด้านบนที่กลมมนหรือเป็นรูปกรวยเตี้ย ส่วนฐานที่ใช้ยึดเกาะพื้นจะมีความกว้างเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะเช่น หอยแปดเกล็ดหรือลิ้นทะเล (Chiton)

จากการทดลองของ Blanchette (2007) บริเวณที่ทำการศึกษา The Point Conception .Califonia, USA พบว่าบริเวณทิศเหนือมีคลื่นสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณทิศใต้ ซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโตของหอย (*Mytilus californianus*)ในทั้ง 2 บริเวณนี้แตกต่างกัน โดยบริเวณที่มีคลื่นสูงน้อย (บริเวณทิศใต้) อัตราการเจริญเติบโตของหอยจะสูงกว่าบริเวณที่มีคลื่นสูงมาก (บริเวณทิศเหนือ) (ภาพที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104592



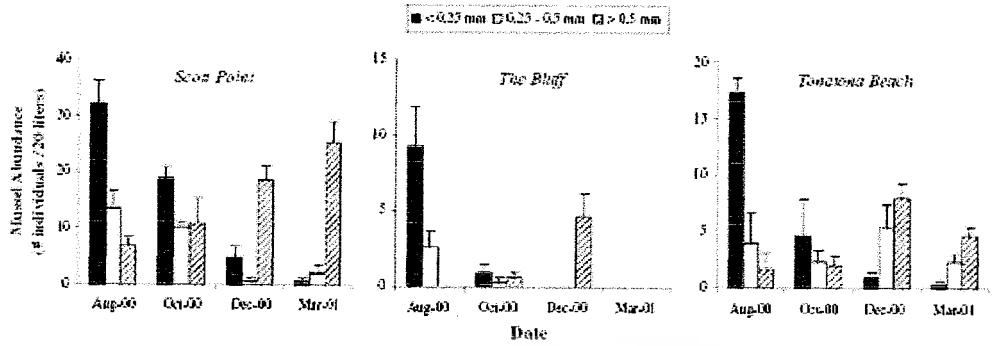
ภาพที่ 11 ความสูงของคลื่นโดยเฉลี่ยในสถานที่ที่ทำการศึกษาโดยสถานที่ศึกษาเรียงลำดับจากทางทิศใต้ไปยังบริเวณทางทิศเหนือในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 1998-2002

ที่มา : Blanchette *et al.* (2007)

7. จำนวนตัวอ่อน

Alfalo (2006) ได้ศึกษาจำนวนตัวอ่อนหอย (*Perna canaliculus*) บริเวณ northern New Zealand โดยแบ่งสถานที่ศึกษาเป็น 3 สถานี(Scott Point , The Bluff และ Tonatona Beach) พบว่าที่บริเวณ Scott Point มีจำนวนตัวอ่อนของหอยมากที่สุด เนื่องมาจากตรงกับฤดูวางไข่ดังภาพที่ 12 โดยมีปริมาณมากในเดือนสิงหาคม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Martinez et al. (1998) ซึ่งพบปริมาณตัวอ่อนสูงในช่วงฤดูวางไข่ ในบริเวณ NW Spain การที่บริเวณ Scott Point มีจำนวนตัวอ่อนมาก จึงทำให้หอยตัวเต็มวัยมีจำนวนน้อยเพราะ ตัวอ่อนจะใช้สาหร่ายที่ล่องลอยอยู่ในน้ำเป็นอาหาร ทำให้อาหารที่จะส่งต่อมายังหอยตัวเต็มวัยลดลง ทำให้หอยตัวเต็มวัยมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงปริมาณตัวอ่อนของหอยขนาดต่างๆ ในสถานที่ที่ทำการทดลอง 3 สถานที่ในช่วงเวลาเดียวกัน

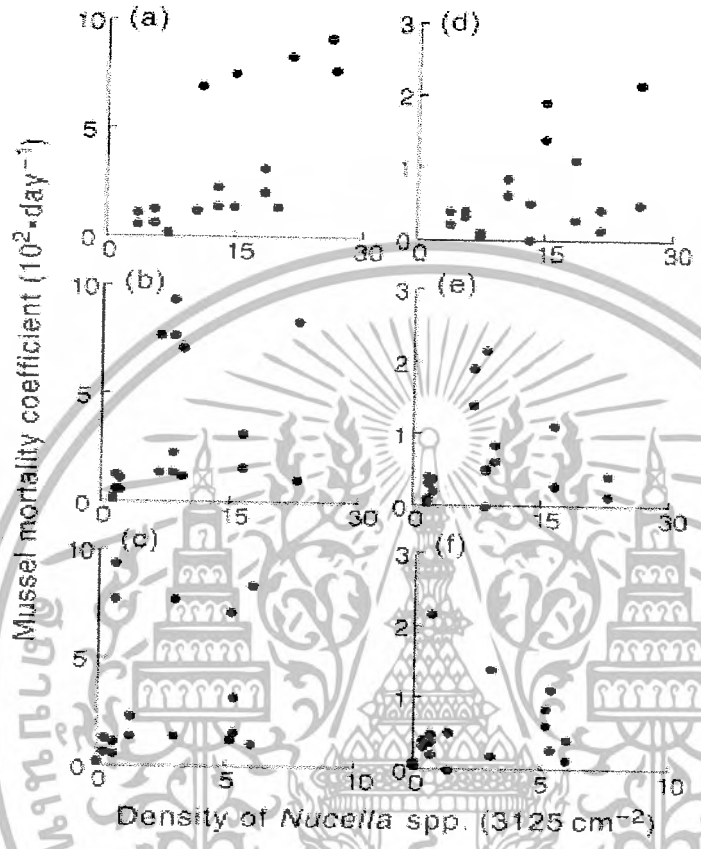
ที่มา : Alfalo (2006)

8. ความหนาแน่นของผู้ล่า

Noda (1999) ได้ทำการศึกษาอัตราการตายของหอย *Mytilus trossulus* โดยการเปลี่ยนแปลงของผู้ล่าในพื้นที่อยู่อาศัย บริเวณหาดหินที่ Fogarty Creek Point บนชายหาด Oregon ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม 1996 ซึ่งบริเวณที่ทำการศึกษานี้มีสายพันธุ์เด่นคือหอย *Mytilus californianus* ซึ่งเป็นผลจากคลื่นและลมเย็นภายในการรบกวนพื้นที่นี้ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตพวกยึดเกาะจะแสดงการเปลี่ยนแปลงตามมา ปกติจะเป็นพวกเพรียงและหอย 2 ฝา ชนิด *M. trossulus* มีความสำคัญในการเปลี่ยนแปลงจำนวนในชุมชนเพราะว่าสายพันธุ์นี้เป็นพวกฉวยโอกาสจึงทำให้เกิดการแย่งที่อยู่อาศัยกันและอาจทำให้เกิดการ recruitment ของหอย 2 ฝา ชนิด *M. Californianus* โดยศึกษาผู้ล่า 2 ชนิดคือ นกและพวก Invertebrate ขนาดเล็ก พบว่านกไม่มีผลต่ออัตราการตายของหอย *M. trossulus* แต่พบว่า Invertebrate ขนาดเล็กมีผลต่ออัตราการตายของ *M. trossulus* ซึ่งพวกที่เป็นอันตรายได้แก่ Whelk จากการศึกษาพบว่า บริเวณขอบมีอัตราการตายของ mussel สูงใน patches และรอบ ๆ mat ซึ่งพบความหนาแน่นของ whelk (*Nucella spp.*) สูง แต่ที่ patches center อัตราการตายของ mussel ไม่มีความสัมพันธ์กับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของ *Nucella spp.* ระหว่าง patch ใน 3 microhabitat (ภาพที่ 13) หรืออาจกล่าวได้ว่า อัตราการตายของ *M. trossulus* จะมีค่าสูงที่บริเวณ patch margin และจะมีอัตราการตายต่ำที่ patch center ทั้ง ๆที่ความหนาแน่นของ *Nucella spp.* มีใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 13 ความสัมพันธุระหว่างอัตราการตายของ *Mytilus trossulus* ต่อวันบริเวณขอบกับตรงกลางของพื้นที่อาศัยและความหนาแน่นของ *Nucella spp.* ในพื้นที่อาศัย ซึ่งแสดงค่าอัตราการตายของ *M. trossulus* และความหนาแน่นของ *Nucella spp.* แตกต่างกัน (a) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp.* บริเวณรอบ ๆ *Mytilus trossulus* (b) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณขอบ (c) อัตราการตายบริเวณขอบและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณตรงกลาง (d) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณรอบ ๆ *Mytilus trossulus* (e) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณขอบ (f) อัตราการตายบริเวณตรงกลางและความหนาแน่นของ *Nucella spp* บริเวณตรงกลาง

ที่มา: Noda (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความร้อนและการทำให้แห้ง

Chan และคณะ (2006)ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อการแพร่กระจายและจำนวนของเพรียงหินชนิด *Tetraclita japonica* บริเวณหาดหินในเขตร้อน โดยเปรียบเทียบอัตราการตายของเพรียงหินในบริเวณ high shore และ mid-shore โดยอัตราการต่างของเพรียงหินจะอยู่ในช่วงระยะของ larval settlement และ early post-settlement โดยที่ความร้อนและการทำให้แห้งจะมีผลกระทบต่อพฤติกรรมและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณหาดหิน สัตว์ที่เคลื่อนที่ได้จะหลีกเลี่ยงแสงอาทิตย์ การระเหยของน้ำที่สูง โดยการแอบตามซอกหิน , อาศัยในแอ่งหิน ในขณะที่สัตว์ที่เคลื่อนที่ไม่ได้เช่น เพรียงหิน ก็จะมีอัตราการตายที่สูงกว่าสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ จากการศึกษาเราพบว่าที่ทั้งสองบริเวณ เพรียงหินมีอัตราการตายที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ high shore

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปสำรวจขนาดความยาว 50 เมตร
2. quadrat ขนาด 25x25 เซนติเมตร
3. กล้อง
4. ไม้วัดระดับ

วิธีการ

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณหาดอัษฎางษ์ เกาะสีชัง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในบริเวณนี้เราจะพบหอยสายพันธุ์ *Isogonomon nucleus* และหอยนางรมเป็นจำนวนมากหรือเรียกได้ว่าเป็นสายพันธุเด่นของบริเวณที่เราทำการศึกษา แบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่คือ คือความลาดชันต่ำ (site A) และความลาดชันสูง (Site B) แต่ละพื้นที่แบ่งออกเป็นระยะตามความสูงเหนือระดับน้ำทะเลออกเป็น 5 แนวคือ

Line	Green	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด	2.50	เมตร
	Yellow	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด	2.75	เมตร
	Red	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด	3.00	เมตร
	Blue	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด	3.25	เมตร
	Mix	อยู่เหนือระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด	3.50	เมตร

โดยแต่ละ Line จะปฏิบัติดังนี้

1. ลากเส้นเทปลงบนแต่ละแนว แล้ววาง quadrat ขนาด 25x25 cm สุ่มวางลงบนแนว (โดยใช้ตารางสุ่ม) ทำการถ่ายภาพ ที่ปรากฏภายใน quadrat แนวละ 15 ครั้ง
2. สุ่มเก็บตัวอย่างโดย quadrat ขนาด 25x25 cm โดยแต่ละ Line จะเก็บตามจำนวนต่อไปนี้

Green	เก็บ	10	quadrat
Yellow	เก็บ	15	quadrat
Red	เก็บ	15	quadrat
Blue	เก็บ	15	quadrat
Mix	เก็บ	10	quadrat

2. บันทึกภาพแต่ละ quadrat
3. นับจำนวนโดยใช้โปรแกรม Image J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

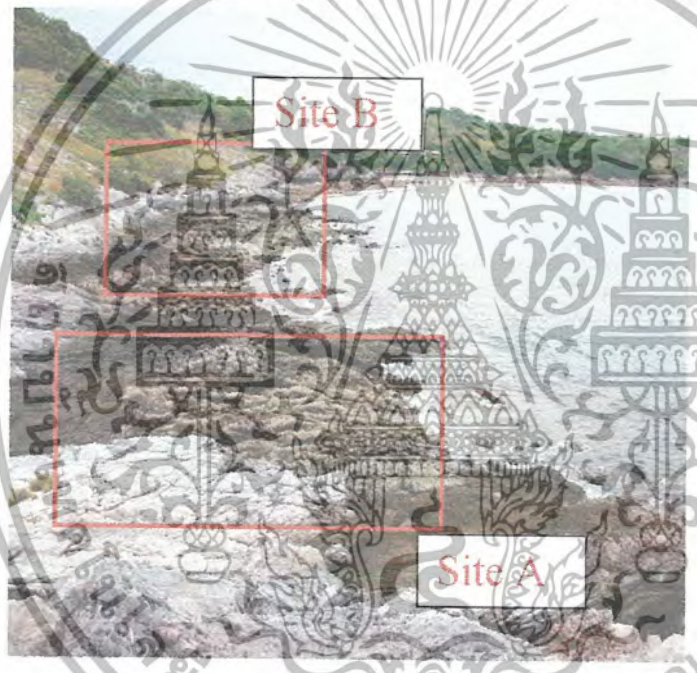
ทำการบันทึกข้อมูลของหอย *Isognomon nucleus* ที่พบแต่ละ line transect ในแต่ละ site บันทึกจำนวนของหอย *Isognomon nucleus* โดยการถ่ายรูปภาพเก็บไว้ผ่าน quadrat ขนาด 25x25 เซนติเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Excel 2003 และโปรแกรม Image

สถานที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณหาดอัษฎางษ์ เกาะสีชัง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 14 แผนที่แสดงสถานที่ทำการศึกษาของ site A และ site B

ระยะเวลาในการศึกษา

ตั้งแต่เดือนมีนาคม-เดือนสิงหาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

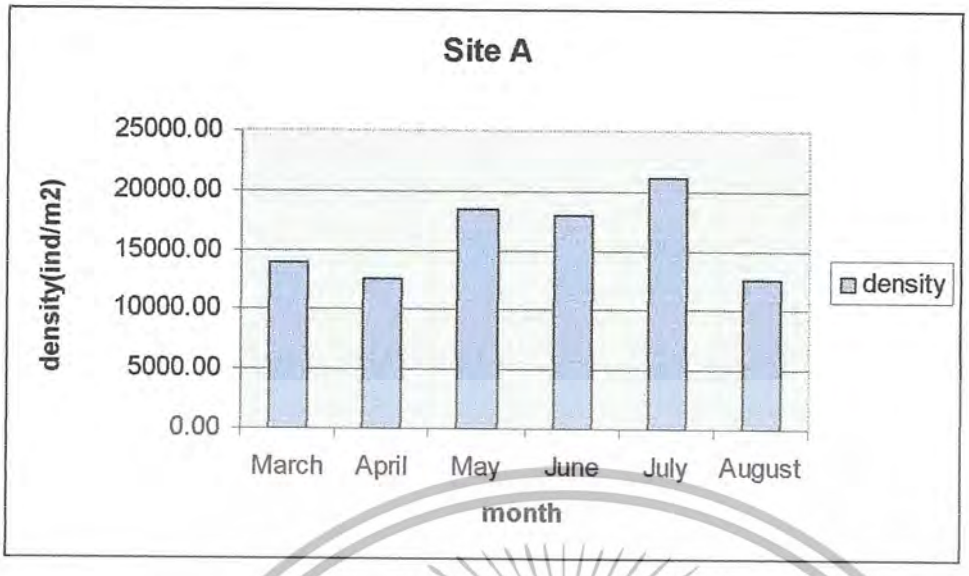
ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาการแพร่กระจายของหอย *Isognomon nucleus* บริเวณหาดอัษฎางษ์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหอย *Isognomon nucleus* ในแต่ละเดือนพบว่า site A เดือนมีนาคมมีความหนาแน่น 13,940.80 ตัว/ตร.ม เดือนเมษายนมีความหนาแน่น 12,571.20 ตัว/ตร.ม เดือนพฤษภาคมมีความหนาแน่น 18,425.07 ตัว/ตร.ม เดือนมิถุนายนมีความหนาแน่น 17,953.60 ตัว/ตร.ม เดือนกรกฎาคมมีความหนาแน่น 21,131.20 ตัว/ตร.ม เดือนสิงหาคมมีความหนาแน่น 12,593.07 ตัว/ตร.ม

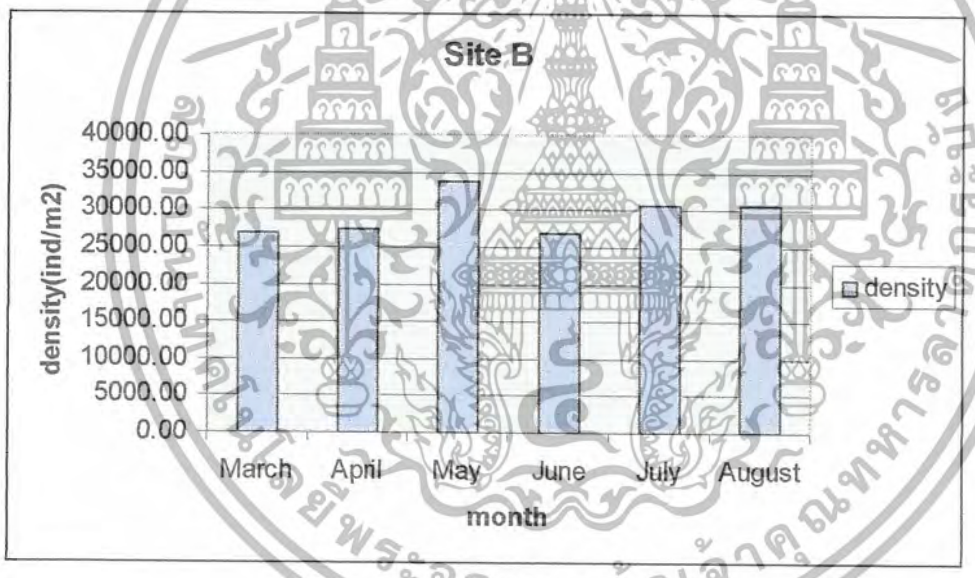
ส่วนเดือนที่มีความหนาแน่นของหอย *Isognomon Nucleus* มากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม มีจำนวน 21,131.20 ตัว/ตร.ม รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม มีจำนวน 18,425.07 ตัว/ตร.ม ส่วนเดือนที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือเดือนเมษายน มีจำนวน 12,571.20 ตัว/ตร.ม (ภาพที่ 15) ส่วน site B พบว่า เดือนมีนาคมมีความหนาแน่น 26,829.88 ตัว/ตร.ม เดือนเมษายนมีความหนาแน่น 27,493.87 ตัว/ตร.ม เดือนพฤษภาคมมีความหนาแน่น 33,780.80 ตัว/ตร.ม เดือนมิถุนายนมีความหนาแน่น 26,790.93 ตัว/ตร.ม เดือนกรกฎาคมมีความหนาแน่น 30,480.53 ตัว/ตร.ม เดือนสิงหาคมมีความหนาแน่น 30,537.08 ตัว/ตร.ม

เดือนที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือเดือนพฤษภาคม มีจำนวน 33,780.8 ตัว/ตร.ม รองลงมาคือเดือนสิงหาคม มีจำนวน 30,537.07 ตัว/ตร.ม ส่วนเดือนที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือเดือนมิถุนายน มีจำนวน 26,790.93 ตัว/ตร.ม (ภาพที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 ผลรวมความหนาแน่นทุก line ใน site A ของหอย *Isognomon Nucleus* ในแต่ละเดือน



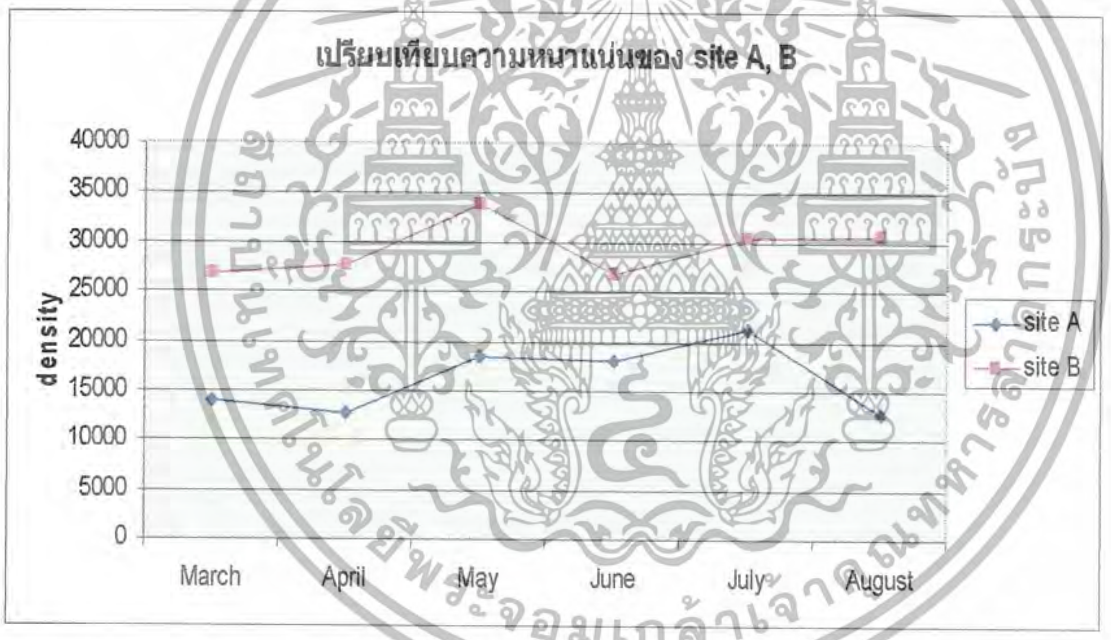
ภาพที่ 16 ผลรวมความหนาแน่นทุก line ใน site B ของหอย *Isognomon Nucleus* ในแต่ละเดือน

จากนั้นเมื่อนำความหนาแน่นของ site A และ site B มาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่าทั้งสอง site มีความหนาแน่นไปในทิศทางเดียวกัน แต่จะมีแนวโน้มความหนาแน่นต่างกันในช่วงเดือนสิงหาคม

เมื่อนำมาทำเป็นกราฟเส้นจะทำให้เห็นความแตกต่างของสองพื้นที่ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น(ภาพที่ 17) จากภาพความหนาแน่นของพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย(site A) จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า (site B) เนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันน้อย (site A) จะมีระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) ทำให้ความชื้นจากทะเลที่พัดพาเข้ามาบนหาดหินในพื้นที่ความลาดชันน้อยได้รับน้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเนื่องจากระยะทางสั้นกว่าจึงรับความชื้นจากน้ำทะเลที่คลื่นพัดเข้ามาได้ดีกว่า ประกอบกับหอยสองฝาชนิดนี้ชอบอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้นเพราะต้องรับอาหารและการแลกเปลี่ยนก๊าซจากความชื้นจึงส่งผลให้ใน site A มีความหนาแน่นของหอยสองฝาชนิดนี้น้อยกว่าใน site B นอกจากความชื้นแล้วยังมีผลจากลักษณะการอยู่อาศัยของหอยสองฝาชนิดนี้ด้วยเพราะหอยสองฝาชนิดนี้ชอบอาศัยในซอก แอ่งหรือมุม ต่าง ๆ บนหาดหิน ซึ่งจากการสำรวจพบว่าพื้นที่ site A มีความเป็นแอ่งหรือซอกน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ site B ซึ่งมีความเป็นแอ่งหรือซอกมากกว่า ถึงแม้ว่าพื้นที่ site B จะได้รับแรงกระแทกจากคลื่นมากกว่า site A แต่ว่าด้วยลักษณะการอาศัยที่ยึดเกาะกับที่ด้วยเยื่อของหอยชนิดนี้ ทำให้พบว่าหอยชนิดนี้จะมีความหนาแน่นในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) มากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A)



ภาพที่ 17 *ผลรวมความหนาแน่นทุก line ใน site A,B ของหอย Isognomon Nucleus ในแต่ละเดือน*

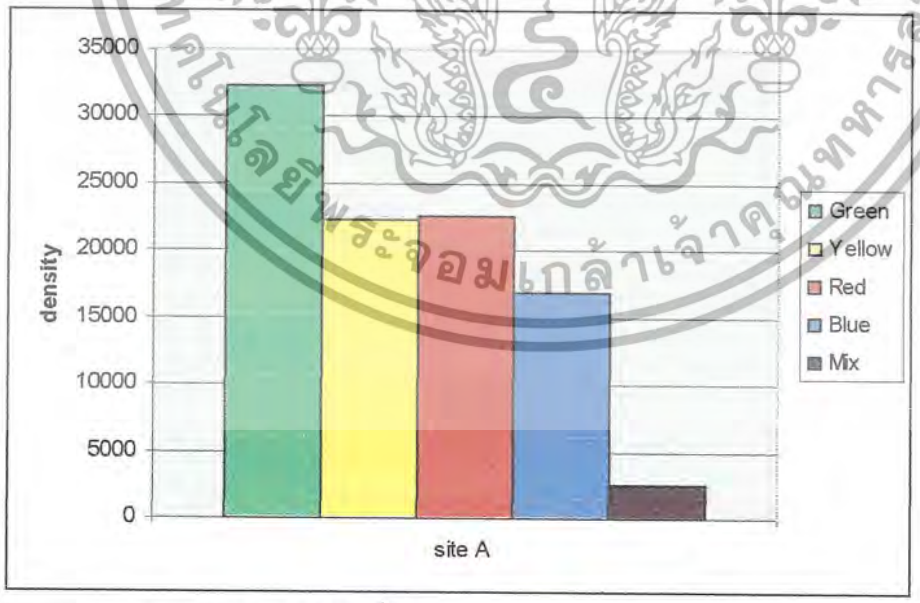
ระยะเวลาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิดนี้ เนื่องจากระยะเวลาส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) ความหนาแน่นของหอย *Isognomon nucleus* จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าฤดูฝน (พฤษภาคม-สิงหาคม) ซึ่งหมายความว่าต้องมีการปล่อยไข่ของหอยชนิดนี้ออกมาในช่วงฤดูร้อนและเริ่มเจริญเติบโตขึ้นในช่วงเข้าฤดูฝนจึงทำให้จำนวนหอยสองฝาชนิดนี้เพิ่มมากขึ้นซึ่งถ้าเป็นจริงเช่นนั่นแสดงว่าอุณหภูมิสูงจะมีผลต่อการสร้างไข่ของหอย *Isognomon nucleus* ซึ่งเมื่อดูจากรูปภาพที่เก็บตัวอย่างมาเพื่อนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนพบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคมมีหอย *Isognomon nucleus* ขนาดเล็กอยู่เป็นจำนวนมากทั้ง site A และ B อีกสาเหตุหนึ่งอาจมาจากการทดแทนของประชากรใหม่ในพื้นที่(ภาพที่ 15,16) และการเพิ่มจำนวนของหอยสองฝาชนิดนี้จะเกิดขึ้นเหมือนกันทั้งพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) และพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) ส่วนสาเหตุที่มีการลดลงน่าจะมาจากการตายลงไปของหอยที่โตเต็มที่ รวมทั้งการตายจากสาเหตุอื่น ๆ ด้วย

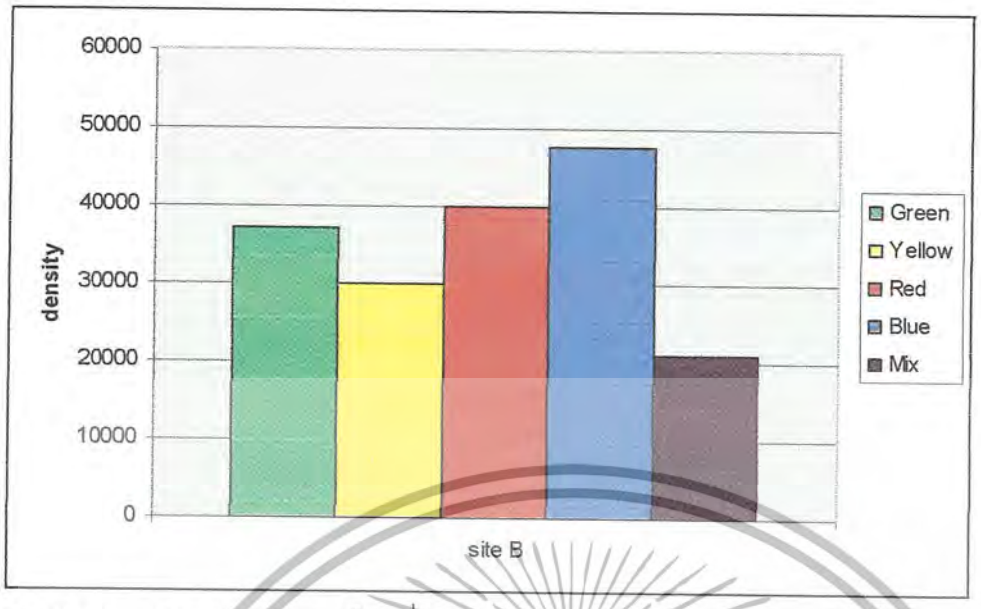
เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหอย *Isognomon Nucleus* ในแต่ละ line จะเห็นว่า site A พบว่า line Green มีความหนาแน่น 32,283.20 ตัว/ตร.ม line Yellow มีความหนาแน่น 22,291.20 ตัว/ตร.ม line Red มีความหนาแน่น 22,620.80 ตัว/ตร.ม line Blue มีความหนาแน่น 16,913.07 ตัว/ตร.ม line Mix มีความหนาแน่น 2,506.67 ตัว/ตร.ม ส่วน line ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ Green มีจำนวน 32,283.20 ตัว/ตร.ม รองลงมาคือ Red มีจำนวน 22,620.80 ตัว/ตร.ม ส่วน line ที่มีความหนาแน่นน้อยสุดคือ Mix มีจำนวน 2,506.67 ตัว/ตร.ม (ภาพที่ 18) และ site B พบว่า line Green มีความหนาแน่น 37,080.00ตัว/ตร.ม line Yellow มีความหนาแน่น 29,975.47 ตัว/ตร.ม line Red มีความหนาแน่น 40,026.67 ตัว/ตร.ม line Blue มีความหนาแน่น 47,819.73 ตัว/ตร.ม line Mix มีความหนาแน่น 21,011.20 ตัว/ตร.ม

ส่วน line ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ Blue มีจำนวน 47,819.73 ตัว/ตร.ม รองลงมาคือ Red มีจำนวน 40,026.67 ตัว/ตร.ม ส่วน line ที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ Mix มีจำนวน 21,011.20 ตัว/ตร.ม (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 18 ผลรวมความหนาแน่นทุกเดือนที่ site A ของหอย *Isognomon Nucleus* ในแต่ละ line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

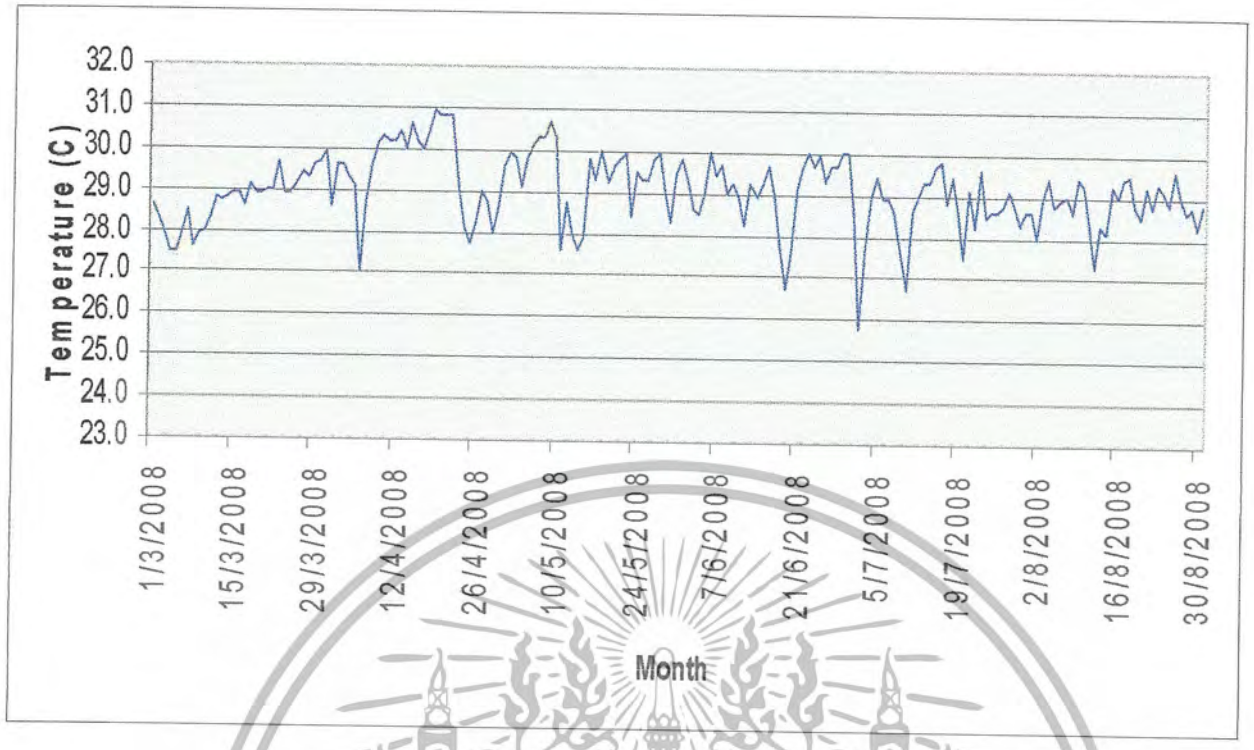


ภาพที่ 19 *ผลรวมความหนาแน่นทุกเดือนที่ site B ของหอย Isognomon Nucleus* ในแต่ละ line

จากภาพที่ 18,19 อธิบายได้ว่าปัจจัยทางด้านความแตกต่างตามแนวระดับน้ำมีผลต่อความหนาแน่นของหอย *Isognomon nucleus* เนื่องจาก line แต่ละ line จะอยู่ในแนวระดับน้ำต่างกันจึงส่งผลให้ได้รับความชื้นจากน้ำไม่เท่ากัน ดังภาพที่ 15 line Green ในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) จะมีความหนาแน่นสูงกว่า line อื่น ๆในพื้นที่เดียวกัน เนื่องจากอยู่ใกล้กับน้ำมากที่สุดถึงแม้น้ำจะลงต่ำสุดแล้วก็ตามแต่ว่า line Green ก็ยังคงได้รับความชื้นมากกว่า line อื่น ๆ อยู่ดี จึงทำให้ line Green มีจำนวนความหนาแน่นมากที่สุดและลดความหนาแน่นลงมาตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งแตกต่างกับพื้นที่ site B ที่มีความลาดชันสูงกว่า การได้รับความชื้นจึงดีกว่าใน site B จึงทำให้ site B มีความหนาแน่นมากกว่า site A จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากที่กล่าวข้างต้นว่าฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นของหอย Isognomon nucleus ดังนั้นจึงได้มีการเก็บข้อมูลผลทางด้านอุณหภูมิของเกาะสีชังด้วย ซึ่งจากการศึกษาทำให้เรารู้ว่าอุณหภูมิในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนอุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงกว่าอุณหภูมิในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 20) ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นจากปัจจัยด้านระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันของ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการแพร่กระจายตามสถานที่และเวลาของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* บริเวณอ่าวอัษฎางค์ อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2551 พบว่าปัจจัยทางด้านความลาดชันมีผลต่อความหนาแน่นของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* บนหาดหิน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) มีความหนาแน่นของหอยชนิดนี้น้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) อย่างชัดเจน

ปัจจัยทางด้านความแตกต่างตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อความหนาแน่นของหอย *Isognomon nucleus* เช่นกัน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยสองฝาชนิดนี้ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (site A) มีความหนาแน่นของหอยชนิดนี้ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงน้อยกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (site B) อย่างชัดเจน

ปัจจัยทางด้านระยะเวลามีผลต่อความหนาแน่นของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* บนหาดหิน เนื่องจากความหนาแน่นของหอยเมื่อแบ่งการศึกษาออกเป็นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่าในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายนมีความหนาแน่นน้อยกว่าช่วงฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Alan, L.S. and L. Brink. 2005. Upwelling, downwelling, and cross-shelf transport of bivalve larvae: test of a hypothesis. Marine ecology progress series 302:1-12.

Alfaro, A.C. 2006. Population dynamics of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, at various spatial and temporal scales in northem New Zealand. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 344: 294-315.

Blanchette, C.A., B. Helmuth and S.D. Gaines. 2007. Spatial patterns of growth in the mussel, *Mytilus californianus*, across a major oceanographic and biogeographic boundary at Point Conecption, California USA. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 340: 126-148.

Martinez, J.C. and A. Figueral. 1988. Distribution and abundance of mussel (*Mytilus galloprovincealis* Smk) larvae and post-larvae in the Ria de Vigo (NW Spain). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 229: 277-287.

Rufino, M.M., M.B. Gaspar., F. Maynou and C.C. Monteiro. 2008. Regional and temporal changes in bivalve diversity off the south coast of Portugal. Estuarine, Coastal and Shelf Science 80: 517-528.

Takachi, N. 1999. Within-and between-patch variability of predation intensity on the mussel *Mytilus trossulus* Jould on a rocky intertidal shore in Oregon, USA. Ecological Reseach 14: 193-203.

Underwood, A.J., M.G. Chapman., V.J. Cole and M.G. Palomo. 2008. Numbers and density of species as measures of biodiversity on rocky shores along the coast of New South Wales. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 366: 175-183.

Chan, B.K.K., D. Moritt., M.D. Pirro., K.M.Y. Leung and G.A. Williams. 2006. Summer mortality: effects on the distribution and abundance of the acorn barnacle *Tetraclita japonica* on tropical shores. Marine Ecology Progress series 328: 195-20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลทั้งหมดที่นำมาทำกราฟเปรียบเทียบการของการศึกษา

Site	Mounth	Green	Yellow	Red	Blue	Mix	
A	March	5822.4	2656.0	3504.0	1812.3	146.1	13940.8
	April	3352.0	2240.0	3432.5	3002.7	544.0	12571.2
	May	6686.4	4232.5	3684.3	3404.8	417.1	18425.1
	June	5611.2	4425.6	4371.2	3064.5	481.1	17953.6
	July	7076.8	5611.7	4077.9	3678.9	685.9	21131.2
	August	3734.4	3125.3	3550.9	1949.9	232.5	12593.1
	total	32283.2	22291.2	22620.8	16913.1	2506.7	
Site	Mounth	Green	Yellow	Red	Blue	Mix	
B	March	6412.8	4850.1	6129.1	7460.3	1977.6	26829.9
	April	5518.4	3639.5	5914.7	9529.6	2891.7	27493.9
	May	6187.2	6395.7	6722.1	8896.0	5579.7	33780.8
	June	5848.0	4342.4	5286.4	7664.0	3650.1	26790.9
	July	5464.0	6247.5	8178.1	6891.7	3699.2	30480.5
	August	7649.6	4500.3	7796.3	7378.1	3212.8	30537.1
	total	37080.0	29975.5	40026.7	47819.7	21011.2	

ตารางภาคผนวกที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างตามแนวระดับน้ำ

Mounth	Green	Yellow	Red	Blue	Mix
site A	32283.2	22291.2	22620.8	16913.1	2506.7

Mounth	Green	Yellow	Red	Blue	Mix
site B	37080.0	29975.5	40026.7	47819.7	21011.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างตามระยะเวลา

Mounth	site A		site B
March	13940.8		26829.87
April	12571.2		27493.87
May	18425.07		33780.8
June	17953.6		26790.93
July	21131.2		30480.53
August	12593.07		30537.07

ตารางภาคผนวกที่ 4 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความลาดชัน

ANOVA

ab

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.240E8	1	5.240E8	51.260	.000
Within Groups	1.022E8	10	1.022E7		
Total	6.262E8	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้