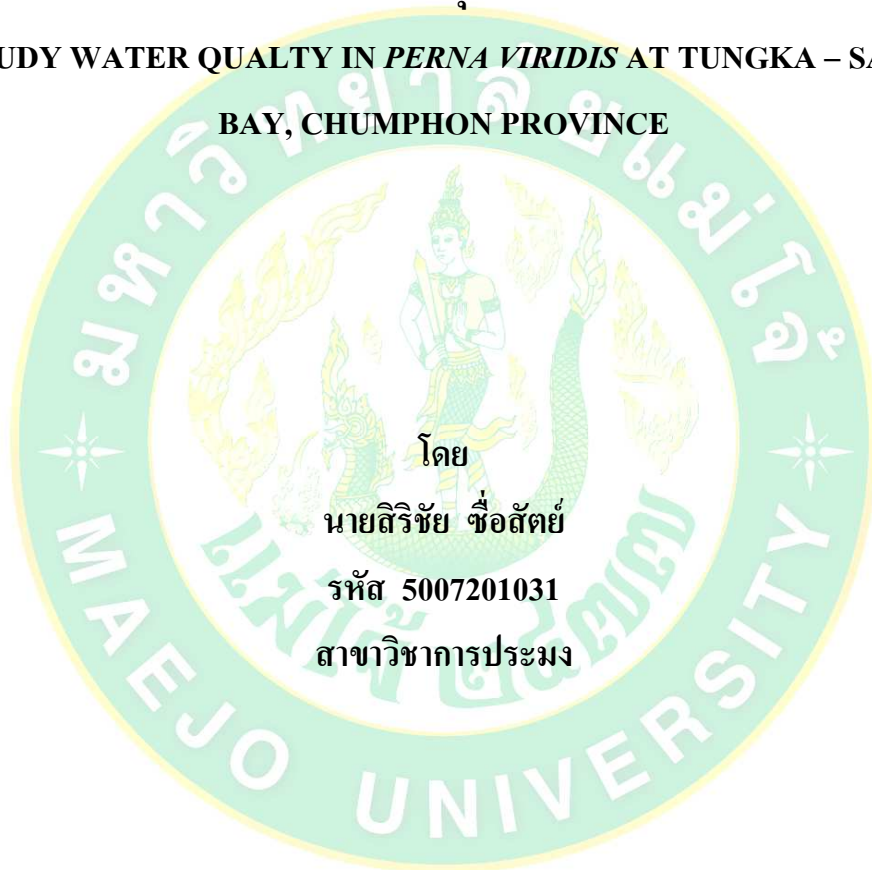


ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา - สวี
จังหวัดชุมพร

STUDY WATER QUALTY IN *PERNA VIRIDIS* AT TUNGKA – SAVE
BAY, CHUMPHON PROVINCE



มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

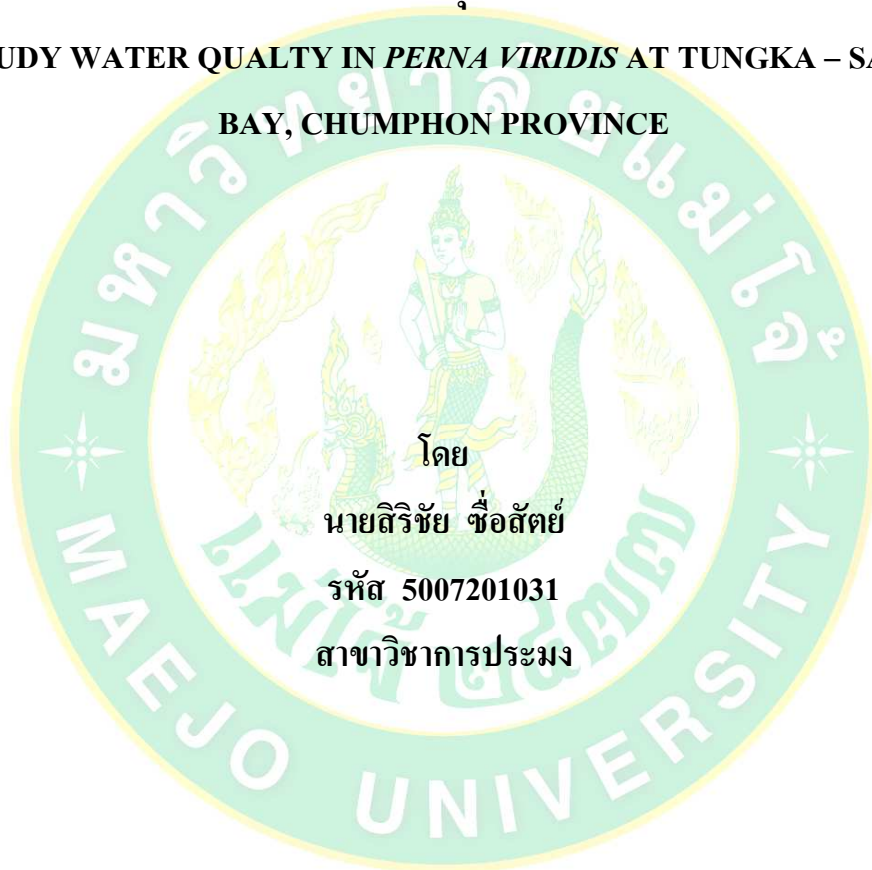
ปีการศึกษา 2552

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่นาแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวตังเก - สวี
จังหวัดชุมพร

STUDY WATER QUALTY IN *PERNA VIRIDIS* AT TUNGKA – SAVE
BAY, CHUMPHON PROVINCE



โดย
นายสิริชัย ชื้อสัตย์
รหัส 5007201031
สาขาวิชาการประมง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

ศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวตุงกา - สวี
จังหวัดชุมพร

STUDY WATER QUALITY IN *PERNA VIRIDIS* AT TUNGKA – SAVE
BAY, CHUMPHON PROVINCE



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์วิชาชุดา เอื้ออารี)

.....

(อาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : ศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

จังหวัดชุมพร

STUDY WATER QUALITY IN *PERNA VIRIDIS* AT TUNGKA – SAVE
BAY, CHUMPHON PROVINCE

ชื่อผู้เขียน : นายสิริชัย ชื้อสตัย

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์วิชชุดา เอื้ออารี

บทคัดย่อ

จากการทดลองศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม พบว่า

จากการทดลอง พบว่าในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความลึกเท่ากับ 2.60 ± 0.000 2.60 ± 0.000 และ 2.00 ± 0.000 เมตร ตามลำดับ ความโปร่งแสงเท่ากับ 0.87 ± 0.058 0.99 ± 0.019 และ 1.12 ± 0.038 เมตร ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 31.11 ± 0.127 29.87 ± 0.096 และ 31.07 ± 0.404 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเค็มของน้ำเท่ากับ 19.78 ± 0.38 24.56 ± 0.577 และ 29.45 ± 0.718 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.77 ± 0.057 8.26 ± 0.033 และ 8.09 ± 0.018 ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 4.43 ± 0.30 5.09 ± 0.30 และ 5.44 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำเท่ากับ 33.88 ± 4.906 30.57 ± 2.659 และ 32.53 ± 2.057 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนในน้ำเท่ากับ 0.46 ± 0.01 0.17 ± 0.01 และ 0.07 ± 0.00 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนในน้ำเท่ากับ 11.31 ± 1.38 4.62 ± 0.72 และ 2.47 ± 0.39 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเท่ากับ 11.54 ± 0.20 2.64 ± 0.36 และ 0.90 ± 0.43 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ปริมาณฟอสเฟสในน้ำเท่ากับ 0.45 ± 0.03 0.18 ± 0.17 และ 0.04 ± 0.01 $\mu\text{g-atP/l}$ ตามลำดับ ปริมาณซิลิเกตในน้ำเท่ากับ 156.62 ± 1.53 88.31 ± 2.84 และ 41.68 ± 0.62 $\mu\text{g-atSi/l}$ ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำเท่ากับ 3.87 ± 0.63 3.32 ± 1.21 และ 2.82 ± 0.27 mg/m^3 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ขาไก่ดำ, ระบบไฮโดรโปนิกส์, ปุ๋ยเคมีชนิดเกล็ด, ปุ๋ยไฮโดรโปนิกส์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์วิชุดา เอื้ออารี อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์ อภิญา ปานโชติ ที่ให้คำปรึกษาทางในเรื่องการจำแนกชนิด วิธีการนับปริมาณ แพลงก์ตอนพืช และให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการตลอดระยะเวลาที่ทำปัญหาพิเศษ และตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิชุดา เอื้ออารี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลางซึ่งได้ช่วยเหลือในเรื่องการเก็บข้อมูลภาคสนาม การจำแนกแยกชนิด และขอขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในด้านการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการเขียนรายงานด้วยดีตลอดมา

สิริชัย ชื้อสัคย์

กันยายน 2552



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	25
วิธีการดำเนินวิจัย	26
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา	28
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	40
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	43
ประวัติผู้วิจัย	64

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ความลึกของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	28
2	ความโปร่งแสงของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	29
3	อุณหภูมิของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	30
4	ความเค็มของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	31
5	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	32
6	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	33
7	ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	34
8	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	35
9	ปริมาณไนเตรทในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	36
10	ปริมาณแอมโมเนียในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	37
11	ปริมาณฟอสเฟตในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	37
12	ปริมาณซิลิกาในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	38
13	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี	39
14	สรุปคุณภาพน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร ในเดือนมีนาคม เมษายน และพฤษภาคม	41
ตารางผนวก		
1	คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี ในเดือนมีนาคม	44
2	คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี ในเดือนเมษายน	45
3	คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี ในเดือนพฤษภาคม	46
4	ตาราง Descriptive การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติในเดือนมีนาคม	47
5	ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติในเดือนมีนาคม	49
6	ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนเมษายน	51
7	ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนเมษายน	53

ตารางผนวกต่อ

8	ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนพฤษภาคม	55
9	ตาราง ANOVAการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนพฤษภาคม	57
10	ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในทั้ง 3 เดือน	59
11	ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในทั้ง 3 เดือน	61



สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	วัฏจักรของสารประกอบฟอสฟอรัสในทะเล	18
2	พื้นที่การศึกษาบริเวณอ่าวทุ่งคา สวี จ.ชุมพร	24



บทที่ 1

บทนำ

หอยแมลงภู่เป็นหอยที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศ และต่างประเทศ หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Perna viridis* Linneaus มีชื่อเรียกสามัญทั่วไปว่า Green mussel ซึ่งได้จัดลักษณะทางอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (วันทนา อยู่สุข, 2541)

Phylum Mollusca

Class Bivalvia

Order Mytilaida

Family Mytilidae

หอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ไม่จำเป็นต้องให้อาหารหรือใช้ปุ๋ยอย่าง การเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะหอยแมลงภู่จะกินพวกแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร ซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และลอยลอยอยู่ในน้ำทะเล การเลี้ยงหอยแมลงภู่จึง เป็นธุรกิจที่ใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถใช้แรงงานของสมาชิกในครอบครัวเพื่อการนี้ได้โดยไม่ต้อง เสียค่าแรงงานมากนัก สำหรับธุรกิจขนาดเล็ก ส่วนการเลี้ยงหอยแมลงภู่เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ ก็มีู่ทางที่จะดำเนินการให้ประสบผลสำเร็จด้วยดีได้เช่นเดียวกัน

อ่าวทุ่งคา-สวี เป็นอ่าวใหญ่อ่าวหนึ่งทางฝั่งอ่าวไทย ครอบคลุมพื้นที่ 2 อำเภอ คือ อำเภอ เมืองและอำเภอสวี อ่าวทุ่งคา-สวี เป็นอ่าวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของจังหวัดชุมพร ที่เกิดจากชายฝั่ง ทะเลที่ยกตัว ซึ่งมีการทับถมของตะกอนแม่น้ำที่เป็นตะกอนดินเลนหรือดินทรายปนโคลนจนมี สภาพเป็นหาดเลน พื้นที่ป่าชายเลนในพื้นที่อ่าวทุ่งคา-สวี มีพื้นที่ประมาณ 130,000 ไร่ พื้นที่อ่าว ยังมีแม่น้ำลำคลองหลายสายไหลลงสู่อ่าวและตกตะกอนสะสมเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับพื้นที่ อ่าว เช่น คลองท่าตะเภา คลองอีแสด คลองบางกะดิน คลองชุมพร หรือคลองบางใหญ่ คลอง วิสัย คลองสวีเฒ่า และคลองสวี เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงหอยแมลงภู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ บริเวณอ่าว ทุ่งคา-สวี จ.ชุมพร

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

หอยแมลงภู่

หอยแมลงภู่จัดเป็นหอยสองฝา มีลำตัวอ่อนนุ่มอยู่ภายในเปลือก ลักษณะของเปลือกเป็นรูปยาวรีด้านหน้าเรียวยาวแหลม ด้านท้ายป้าน เปลือกทั้งสองข้างมีลักษณะเหมือนกันและมีขนาดเท่ากัน เปลือกด้านนอกมีสีเขียวอมน้ำตาลมีวงเป็นชั้น แสดงถึงการเจริญเติบโตของหอยในแต่ละปี เปลือกด้านในมีสีขาวนวลมันวาว ลำตัวหอยเป็นส่วนที่อ่อนนุ่มอยู่ภายในเปลือก ประกอบด้วยเยื่อหุ้มลำตัวคลุมอวัยวะภายในทั้งสองด้านซึ่งอยู่ติดกับฝาทั้งสองข้าง ทำมีขนาดเล็กและมีต่อมสร้างเส้นใยยึดติด เหนือขนาดใหญ่มากเท่ากับลำตัวหอย ภายในลำตัวหอยแมลงภู่ประกอบด้วย หัวใจอยู่เหนืออวัยวะภายในเป็นระบบเปลือกเปิด เลือดของหอยแมลงภู่จะไม่มีสี อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก หอยแมลงภู่ทุกชนิดกินอาหารด้วยการกรองดั่งเช่นหอยสองฝาอื่นๆ จากการศึกษาอัตราการกรองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เซลล์แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร พบว่าอัตราการกรองอาหารของหอยสองฝารวมทั้งแมลงภู่ขึ้นอยู่กับการอุดตันของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่หอยกินเป็นอาหาร ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาการกรองอาหารของ *Mytilus edulis* พบว่าที่ความเข้มข้นของเซลล์สาหร่าย 5.0×10^5 เซลล์ต่อลิตร หอยจะกรองน้ำในอัตรา 3 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตัว แต่ที่ความเข้มข้น 2.0×10^7 เซลล์ต่อลิตร อัตราการกรองน้ำของหอยลดลงเป็น 0.5 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตัว (Quayle and Newkirk 1989)

ถิ่นที่อยู่อาศัยของหอยแมลงภู่ในประเทศไทยคือบริเวณน้ำตื้นระดับความลึกประมาณ 6-8 เมตร หอยแมลงภู่สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้เกือบตลอดปี ขนาดของหอยแมลงภู่ที่สามารถสืบพันธุ์ได้ในเพศเมียคือความยาวเปลือกตั้งแต่ 21.3 มิลลิเมตร ขึ้นไป ส่วนในเพศผู้พบตั้งแต่ขนาดความยาว 23.9 มิลลิเมตร หรือมีอายุประมาณ 2 เดือน (ปราณี เนียมทรัพย์ 2518) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและหอยมีอาหารสมบูรณ์ ช่วงฤดูที่หอยวางไข่มากทางชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยคือระหว่างเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม กับช่วงระยะเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนลอยอยู่ในทะเล พอมีขนาดโตถึงระยะหนึ่งก็จะลงเกาะกับวัตถุต่างๆ เช่น ตามปีกโป๊ะไม้รวก หรือไม้ไผ่ซึ่งชาวบ้านปักหลักล่อไว้ การลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่จะเริ่มเมื่อลูกหอยอายุระหว่าง 17 – 21 วัน โดยมีขนาดประมาณ 220 – 340 ไมโครเมตร (กรมประมง 2536) เมื่อลูกหอยลงเกาะหลักแล้วจะสร้างเส้นใยสำหรับยึดเกาะ (byssus) เกาะติดกับหลักหอยหรือปีกโป๊ะ บริเวณที่ลูกหอยชอบเกาะคือบริเวณกลางหลักซึ่งอยู่ใต้ระดับผิวน้ำขึ้นสูงสุดประมาณ 1.5 – 2.0 เมตร และอยู่เหนือระดับดินประมาณ 1.0 เมตร (ปราณี เนียมทรัพย์ 2518)

แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

หอยแมลงภู่แพร่กระจายทั่วไปในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ทั้งทั้งในยุโรป เอเชีย และอเมริกา หอยแมลงภู่ในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Perna vincta* (Linnaeus, 1758) สามารถพบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปแทบทุกจังหวัดชายฝั่งทะเล ทั้งชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและอันดามัน

อาหารและการกินอาหาร

หอยแมลงภู่กินอาหารโดยการกรองอาหารจากมวลน้ำทะเล อวัยวะที่ใช้ในการกรองอาหารคือ เหงือก หอยจะดูดน้ำทะเลผ่านเข้ามาในเปลือก และเหงือกจะกรองอาหารและส่งเข้าปาก ผ่านทางเดินอาหาร ส่วนกากอาหารและตะกอนจะถูกขับออกทางทวารหนัก ซึ่งเปิดออกทางท้ายลำตัว อาหารส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ขนาดเล็ก โปรโตซัว และอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยในน้ำทะเล

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่

การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่จะช้าหรือเร็วขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. อาหารจากธรรมชาติ อาหารของหอยแมลงภู่ส่วนใหญ่เป็นสัตว์และพืชขนาดเล็กที่เรียกว่า "แพลงก์ตอน" ซึ่งลอยปะปนอยู่ในน้ำทะเล หอยแมลงภู่จะกินโดยการดูดน้ำเข้าไปแล้วกรองเอาอาหารโดยใช้การโบกพัดของขนตามซี่เหงือก ถ้าบริเวณเลี้ยงหอยมีอาหารอุดมสมบูรณ์หอยจะเจริญเติบโตเร็ว

2. ความขุ่นของน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมากตะกอนจะไปเกาะตามซี่เหงือกของหอย ทำให้ระบบหายใจและการกรองอาหารทำงานไม่ปกตินอกจากนี้ยังมีผลทำให้แพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของหอยแมลงภู่มีน้อยลง เนื่องจากไปบังแสงแดดซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์แสง

3. ภาวะน้ำจืดไหลลงในทะเล เป็นผลให้น้ำทะเลมีความเค็มต่ำเป็นครั้งคราว ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่มีอยู่ลดลง ทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป และถ้าหอยแมลงภู่อยู่ในน้ำที่มีความเค็มต่ำนานไปจะทำให้หอยชะงักการเจริญเติบโต อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลให้ได้ผลผลิตน้อยลง

4. ภาวะน้ำเสีย ภาวะน้ำเสียที่ผู้เลี้ยงหอยประสบมักเป็นน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วยสารพิษและโลหะหนักต่าง ๆ ถ้าแหล่งเลี้ยงหอยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมหอยแมลงภู่จะได้รับสารพิษและโลหะหนักต่าง ๆ เหล่านี้ และทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้

5. ความเค็มของน้ำ หอยแมลงภู่จะเจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำกร่อยและน้ำเค็ม ความเค็มที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยแมลงภู่จะอยู่ในช่วง 25-33 ส่วนในพัน (ppt) ถ้าน้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะเป็นผลให้อัตราการกรองอาหารของหอยแมลงภู่ช้าลง

6. ระยะเวลาที่หอยอยู่ในน้ำ หอยที่อยู่ในน้ำตลอดเวลาจะโตได้ดีกว่าหอยที่อยู่ในน้ำบางช่วงเวลา เนื่องจากหอยที่อยู่ในน้ำตลอดเวลาจะได้รับอาหารตลอดเวลา

7. กระแสน้ำและคลื่นลม หอยแมลงภู่เป็นหอยที่เกาะอยู่กับที่ ดังนั้นต้องอาศัยกระแสน้ำที่ไหลเวียนอย่างช้าและสม่ำเสมอพัดพาอาหารธรรมชาติมาให้

8. อุณหภูมิของน้ำ บริเวณเลี้ยงหอยแมลงภู่ของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณที่เป็นอ่าวและชายฝั่งทะเล ซึ่งมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส แต่ในบางแหล่งที่เลี้ยงในเขตนํ้าตื้น อุณหภูมิของน้ำจะสูงมากในช่วงเวลาเที่ยงถึงบ่าย โดยเฉพาะในช่วงหน้าร้อนเมื่อระดับน้ำทะเลต่ำสุด จะเป็นผลให้หอยแมลงภู่ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิที่สูงเป็นระยะเวลานานได้ จึงทำให้หอยมีอัตราการตายสูง

9. พื้นที่สำหรับการยึดเกาะ เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดโตขึ้นก็มีความต้องการพื้นที่ยึดเกาะเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าหากหอยแมลงภู่มีปริมาณความหนาแน่นมาก หอยที่ตัวโตกว่าแข็งแรงกว่าจะเบียดหอยที่อ่อนแอกว่าร่วงหล่นไป นอกจากนี้ถ้าปริมาณหอยแมลงภู่ที่เกาะมีความหนาแน่นมาก จะทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่าในพื้นที่ที่มีปริมาณความหนาแน่นของหอยแมลงภู่ที่เหมาะสม

10. ศัตรูของหอยแมลงภู่ ศัตรูของหอยแมลงภู่ในธรรมชาติได้แก่ ปลา โดยเฉพาะพวกที่มีฟันแหลม เช่น ปลากะเบน นอกจากนี้ยังมีสัตว์กลุ่มอื่น ๆ เช่น ดาวทะเล เม่นทะเล ปูม้า ส่วนสัตว์ที่แย่งที่อยู่ของหอยแมลงภู่ได้แก่ เพรียงหิน ฟองน้ำ เป็นต้น

จากการทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพขนาด 4x4 เมตร บริเวณชายฝั่งสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดชุมพร โดยแบ่งลูกหอยแมลงภู่ตามความแตกต่างของขนาดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ซ้ำ คือกลุ่มที่ 1 มีความยาวความกว้าง ความสูง และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 ± 0.34 , 0.64 ± 0.15 , 1.18 ± 0.20 เซนติเมตร และ 1.30 ± 0.43 กรัมตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 3.29 ± 0.42 , 0.59 ± 0.09 , 1.55 ± 0.13 เซนติเมตร 2.92 ± 0.67 กรัม ตามลำดับ จำนวนลูกหอยที่ใช้เลี้ยงของกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 90,000 และ 67,500 ตัว/แพ ใช้ระยะเวลาเลี้ยงนาน 6 เดือน โดยศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย คุณสมบัติของน้ำ ค่าดัชนีความสมบูรณ์ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนทุก ๆ เดือน (วิทยา หะวานนท์ และสิริพร ลือชัย ชัยกุลม 2540)

การเลี้ยงหอยแมลงภูในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู *Perna viridis* ที่แพร่กระจายอยู่ทั่วไปแทบทุกจังหวัดชายฝั่งทะเล (ไพโรจน์ พรหมานนท์ 2519) ทั้งชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน จังหวัดที่นิยมเลี้ยงหอยแมลงภูและให้ผลผลิตเป็นปริมาณมากได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และปัตตานี (ไพโรจน์ พรหมานนท์ และ คณะ 2525, 2528)

คุณภาพน้ำ

1. ลักษณะทางเคมี หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางเคมีที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ความเป็นกรด (acidity), ความเป็นด่าง (alkalinity), ความกระด้าง (hardness), ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbondioxide), ไนโตรเจน (nitrogen), ฟอสฟอรัส (phosphorus), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide), ความเค็ม (salinity), โลหะหนัก (heavy metals), สารพิษ (pesticides) ฯลฯ

2. ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำอันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและอ้อม เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (plankton), แบคทีเรีย (bacteria), พืชน้ำ (aquatic)

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การเตรียมห้องปฏิบัติการ และการเก็บตัวอย่าง

หลักการเก็บตัวอย่างน้ำ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ

การเก็บตัวอย่างน้ำว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขึ้นตอนหนึ่งของการศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ การเก็บตัวอย่างน้ำที่จะให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้น ๆ จำเป็นต้องมีการวางแผน การเก็บตัวอย่างที่ดีไม่เช่นนั้นแล้วค่าที่ได้ออกมาจะทำให้การแปลผลหรือค่าปัจจัยต่าง ๆ ของแหล่งน้ำผิดไป ทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง นอกเหนือจากขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างแล้ว วิธีการหรือการเก็บรักษาดตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการก็มีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาหรือมีการเตรียมการที่ดีพอ เพื่อให้ได้ตัวอย่างน้ำที่เก็บมานั้น

คุณสมบัติหรือคุณภาพไม่เปลี่ยนจากลักษณะที่เป็นจริงในแหล่งน้ำในขณะที่เก็บตัวอย่างนั้น หรือถ้าจำเป็นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ให้เกิดได้น้อยที่สุด วิธีการเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยแต่ละตัวอาจมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของปัจจัยนั้น ๆ ตัวอย่างน้ำที่จะใช้ในการวิเคราะห์บางปัจจัยต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ บางตัวอย่างอาจจะต้องใช้สารเคมีเติมลงไปเพื่อรักษาคุณลักษณะเดิมไว้ บางตัวอย่างอาจจะไม่ต้องทำอะไรเลยหากทำการวิเคราะห์ภายในช่วงเวลาที่กำหนด ดังนั้นการเก็บตัวอย่างจึงเป็นขบวนการขั้นต้นของการศึกษาคุณภาพน้ำว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด หากขบวนการขั้นต้นนี้เกิดความผิดพลาดหรือใช้วิธีการไม่เหมาะสมแล้ว ขบวนการที่จะวิเคราะห์ต่อไปถึงจะคืออะไรก็ไม่สามารถให้ผลที่ดีได้ การวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ จำเป็นต้องได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำ เพื่อที่จะให้การวางแผนจัดการคุณภาพน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความสำคัญของการเก็บตัวอย่าง

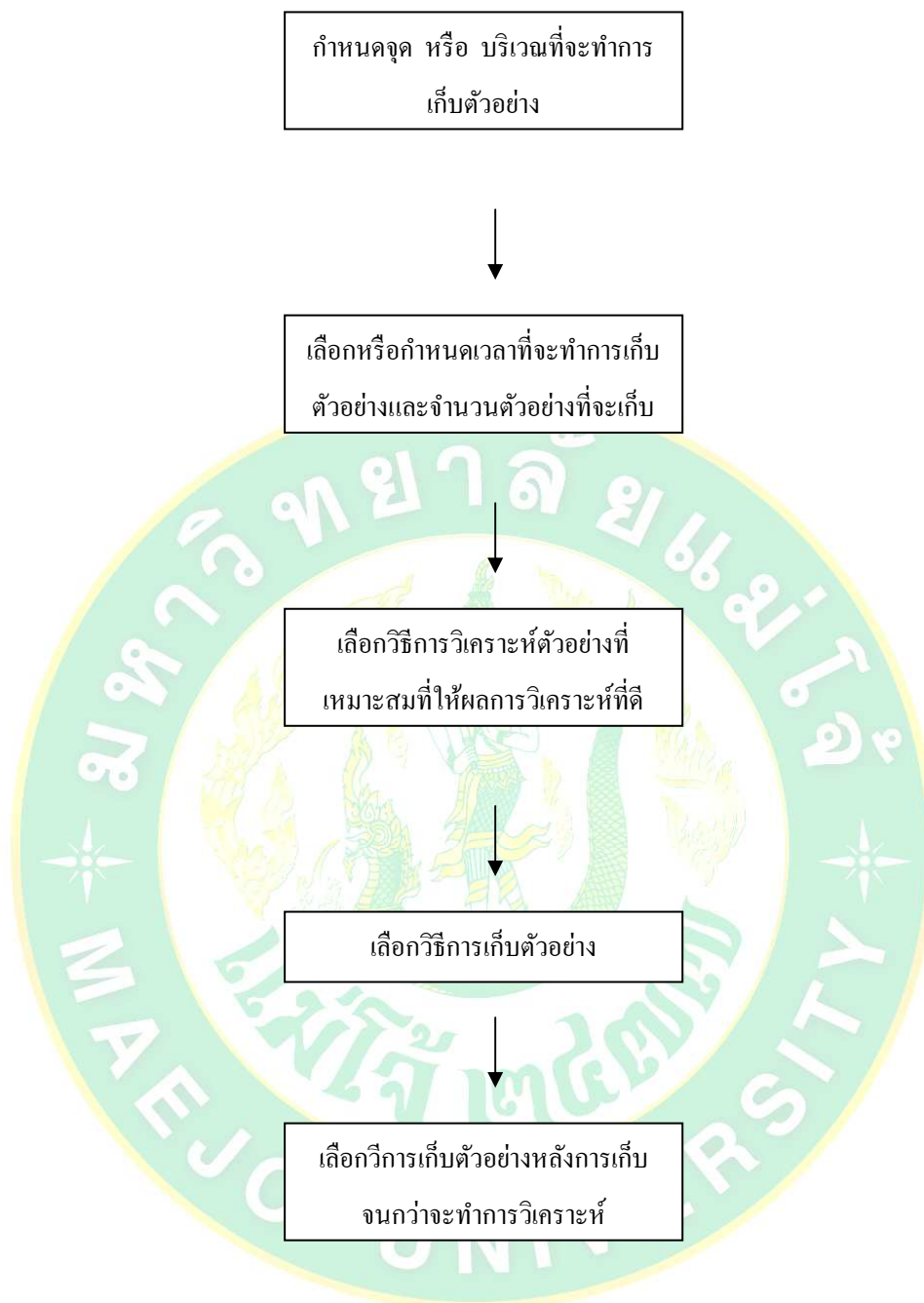
หลักการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาคุณภาพน้ำ มีอยู่ด้วยกัน

2 หลักใหญ่ ๆ คือ

1.การเก็บตัวอย่างที่ได้มาสามารถเป็นตัวแทนของมวลน้ำในแหล่งน้ำนั้น หรือบริเวณนั้นที่ต้องการศึกษาและตัวอย่างที่ได้มาจะต้องมีการดูแลรักษาอย่างดี ตามวิธีการวิเคราะห์ของตัวอย่างแต่ละชนิด เพื่อให้ค่าที่วัดออกมาได้นั้นมีค่าเท่ากับค่าที่มีอยู่ในน้ำที่เก็บมา ณ เวลานั้น ๆ

2.ความสมบูรณ์ของตัวอย่าง หมายความว่าตัวอย่างที่เก็บมาได้นั้นจะต้องนำมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนในการวิเคราะห์ด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ได้ค่าที่วัดได้มีความแม่นยำสูง สามารถเป็นค่าตัวแทน ของคุณภาพน้ำของบริเวณนั้นๆ ณ เวลาต่าง ๆ กัน ตามความสนใจของการศึกษา

ถ้าพิจารณาจากแผนภาพจะเห็นว่าหลักการทั้งสอง จะมีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาเมื่อจัดทำโครงการศึกษาคุณภาพน้ำ



จุดเก็บน้ำตัวอย่าง

สำหรับการกำหนดจุดเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำในธรรมชาติ เช่น การติดตามคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ หรือแหล่งน้ำที่ใช้ในการนำไปใช้บริโภค ฯลฯ จะต้องมีความระมัดระวังเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่จะเป็น ตัวแทนที่ดีของแหล่งน้ำนั้น ๆ การกำหนดจุด จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง และความถี่ที่จะทำการเก็บตัวอย่างต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัย เช่น ลักษณะของ

ภูมิประเทศของแหล่งน้ำ ลักษณะของพื้น ท้องน้ำ ความลึก ฤดูกาลไหลเวียนของน้ำ การผสมผสานทั้งในแนวระบายนและแนวดิ่งและการ ขึ้น-ลงของน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างของแหล่งน้ำแต่ละแหล่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไป หากที่จะกำหนดหลักเกณฑ์แน่นอนลงไปอย่างไรก็ตามจะลักษณะทั่ว ๆ ไปหรือข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับแหล่งน้ำที่หาได้ ก็พอจะใช้ในการพิจารณาจุดเก็บตัวอย่างได้เป็นอย่างดี

การตรวจลักษณะน้ำทางกายภาพ

ปัจจัยทางกายภาพที่จำเป็นต้องทำการวัดหรือสังเกตระหว่างการเก็บน้ำตัวอย่างได้แก่

1. อุณหภูมิหมายถึงระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยทั้งทางตรงหรือทางอ้อม
2. ความโปร่งแสง เป็นการวัดค่าของปริมาณแสงที่สามารถส่องลงไปใต้น้ำได้ลึกมากน้อยเพียงใด
3. สี เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องทำการบันทึกเอาไว้เนื่องจากสีที่มองเห็นเกิดจากการสะท้อนหรือการกระจายหรือการดูดซับโดยสารบางตัวในน้ำแล้วทำให้เกิดสีขึ้นมา เช่นแหล่งน้ำมีพืชน้ำหรือสาหร่ายที่ลอยอยู่มากหรือมีแพลงก์ตอนพืชมาก
4. กลิ่น ในน้ำอาจเกิดจากหลายสาเหตุเช่น เกิดจากสารที่เจือปนอยู่ในแหล่งน้ำหรือขบวนการทางเคมีหรือชีวเคมีในแหล่งน้ำ
5. น้ำมันหรือไขมันบนผิวน้ำ สังเกตดูจากความหนาของชั้นน้ำ

การตรวจลักษณะน้ำทางเคมี

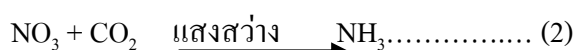
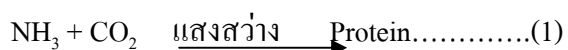
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)
2. ความเค็ม(Salinity)
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO)

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเล

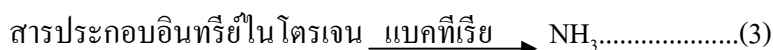
ธาตุอาหาร (nutrients) คือ กลุ่มธาตุปริมาณน้อย (trace elements) ที่พืชทะเลและแพลงก์ตอนพืชในทะเล นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อผลิตอินทรีย์สารสำหรับเป็นแหล่งให้พลังงาน และเป็นอาหารให้แก่สัตว์อื่น ๆ โดยการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นธาตุอาหารจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการผลิตขั้นต้น (primary production) ในแหล่งน้ำ (Castro and Huber, 1999) ธาตุอาหารที่มีความสำคัญทางสมุทรศาสตร์เคมี คือ ฟอสฟอรัส (Phosphorous) อนินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic nitrogen) และซิลิคอน (Silicon) ซึ่งอันที่จริงแล้วธาตุหลัก (major elements) และธาตุปริมาณน้อย (trace elements) บางตัว ก็ถือว่าเป็นธาตุอาหารด้วยเช่นกัน เช่น มีการศึกษาพบว่า เหล็ก (Iron) บทบาทที่สำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทะเล นอกจากนั้นธาตุอาหารบางกลุ่ม เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโคบอลต์ เป็นธาตุปริมาณน้อยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โยมีส่วนร่วมในการทำงานของเอนไซม์ในพืช (Hansen and Koroleff, 1999) ซึ่งการวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำทะเลประกอบด้วย

1.การวิเคราะห์แอมโมเนีย

แอมโมเนียที่อยู่ในแหล่งน้ำจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย (NH_3) และแอมโมเนียม (NH_4^+) โดยปกติที่ $\text{pH} \leq 8.2$ สารประกอบแอมโมเนียส่วนใหญ่ มักจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) ดังนั้นในน้ำทะเลจึงมีแอมโมเนีย เป็นองค์ประกอบหลัก (Stumm and Morgan, 1981) ในทะเลเปิดที่มีออกซิเจนสูง และไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษ จะมีปริมาณแอมโมเนียมค่อนข้างต่ำ โดยจะมีค่าไม่เกิน $5 \mu\text{mol/L}$ ในขณะที่บริเวณใกล้ชายฝั่งที่มีการปนเปื้อนโดยมลพิษ และบริเวณทะเลลึก ซึ่งไม่มีการหมุนเวียนของน้ำ จะเป็นบริเวณที่มีแอมโมเนียมสูง เช่น ในทะเลดำ (Black sea) ความเข้มข้นของแอมโมเนียมอาจจะสูงถึง $100 \mu\text{mol/L}$ นอกจากนั้นจะพบว่าภายหลังการเกิด การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช และทำให้ปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตถูกใช้หมดไป จะพบแอมโมเนียมที่บริเวณผิวน้ำน้ำทะเลในปริมาณสูง ซึ่งแพลงก์ตอนพืชมักจะดึงเอาแอมโมเนียมนี้ไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน (Hansen and Koroleff, 1999) นอกจากนั้นพืชในทะเลสามารถใช้ไนเตรทในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างโปรตีน โดยการเปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน ดังสมการ (1) และ (2)



สารประกอบแอมโมเนียในทะเล มีแหล่งที่มาจากซากเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตในทะเลที่ตาย รวมทั้งของเสียที่ปล่อยทิ้งมาจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และของเสียที่ถูกขับถ่ายมาจากสิ่งมีชีวิตในทะเล ซึ่งจะถูกแบคทีเรียย่อยสลายให้เป็น NH_3 ดังสมการ ที่ (3) นอกจากนั้นแอมโมเนียยังถูกปล่อยเป็นของเสียมาจากสัตว์โดยตรงพร้อมกับยูเรีย (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)



ถ้าแหล่งน้ำที่มีปริมาณแอมโมเนียไม่สูงมากนัก พืชก็จำนำเอาแอมโมเนียไปใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างโปรตีน แต่ถ้าปริมาณแอมโมเนียในแหล่งน้ำสูง จะเกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลซึ่งรูปที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ คือ NH_3 เท่านั้น (Hansen and Koroleff, 1999) นอกจากนั้นการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนที่มีปริมาณสูง จะส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง เนื่องจากแบคทีเรียใช้ออกซิเจนไปในการย่อยสลายมาก ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตได้หลังจากนั้นแอมโมเนียจะถูกแบคทีเรียย่อยสลายต่อไปเป็นไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ตามลำดับ

การวิเคราะห์แอมโมเนีย เป็นการวิเคราะห์ในรูปของผลรวมระหว่างแอมโมเนียและแอมโมเนียม ซึ่งในน้ำทะเลส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ NH_4^+ ซึ่งแอมโมเนียมที่อยู่ในน้ำทะเลจะมีความแปรผันและเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ขึ้นอยู่กับพีเอชและอุณหภูมิของน้ำทะเล

การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย(NH_3)

เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 630 nm

สารเคมี

1. สารละลายผสมของ Phenol Solution: ชั่ง Phenol 20 g ละลายใน Ethanol 75 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 150 ml
2. สารละลาย Sodium Nitroprusside Dihydrate: ชั่งสาร Sodium Nitroprusside Dihydrate 0.15 g ละลายน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 ml
3. ผสมสารละลายทั้งสอง (สารละลายที่ 1 และ 2) เข้าด้วยกัน เก็บสารละลายไว้ในขวดสีชา
4. Hypochlorite Solution:

เตรียมสารละลาย NaOH 0.8 M โดยละลาย NaOH 16 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml

สารละลาย Dichloroisocyanuric acid Sodium salt Dihydrate: ชั่งสาร 0.5 g ด้วย
สารละลาย NaOH 0.8 M และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 ml (ควรเตรียมก่อนการ
วิเคราะห์)

Note: หรือใช้ Commercial Hypochlorite (Chlorox) ความเข้มข้น 1.5 N แทน
สารละลาย Dichloroisocyanuric acid Sodium salt Dihydrate

5. สารละลาย Trisodium citrate: ชั่งสาร 240 g ละลายในน้ำกลั่น 400 ml เติม
NaOH 0.8 M ปริมาตร 10 ml จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 ml
Sulfuric acid solution

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงน้ำตัวอย่าง 25 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายผสมของ Phenol
Solution 1 ml เขย่าให้เข้ากัน
2. เติม Trisodium citrate solution 0.5 ml เขย่า
3. เติม Hypochlorite Solution 1 ml เขย่า
4. เตรียม Blank โดยใช้ น้ำกลั่น 25 ml แล้วเติมสารละลายตามข้อ 2 และ 3
เก็บตัวอย่างไว้ในที่มืดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 30 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาวัดค่า
จากคูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 630 nm

การเตรียมสารละลายมาตรฐานวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย (NH_3)

Stock : NH_4Cl 0.0535 g + 100 ml of Distilled water

Conc. = 10 μg NH_3 - N/ml

(เติม 1 หยดของ Chloroform ใส่ขวดแก้วแล้วเก็บใส่ในตู้เย็น)

A : 1 ml of stock solution + 100 ml of Distilled water

Conc. = 100 μg atom NH_3 - N/L

1 ml = 0.1 μg atom NH_3 - N

- | | | | | | |
|----|------------------------|---|---------------------|---|---------------------------|
| 1. | 0.5 μg atom | = | 0.5 ml. of <u>A</u> | → | 100 ml of Distilled water |
| 2. | 1.0 μg atom | = | 1 ml. of <u>A</u> | → | 100 ml of Distilled water |
| 3. | 2.0 μg atom | = | 2 ml. of <u>A</u> | → | 100 ml of Distilled water |
| 4. | 4.0 μg atom | = | 4 ml. of <u>A</u> | → | 100 ml of Distilled water |
| 5. | 6.0 μg atom | = | 6 ml. of <u>A</u> | → | 100 ml of Distilled water |

6. $8.0 \mu\text{g atom} = 8 \text{ ml. of } \underline{A} \longrightarrow 100 \text{ ml of Distilled water}$
7. $10 \mu\text{g atom} = 10 \text{ ml. of } \underline{A} \longrightarrow 100 \text{ ml of Distilled water}$

2. การวิเคราะห์ไนโตรเจนในน้ำทะเล

ไนไตรท์ (NO_2) เป็นสารที่เป็นตัวกลาง (intermediate) ในวัฏจักรของไนโตรเจน ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท (Ammonia-Nitrite-Nitrate) ในบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำจะเกิดกระบวนการ denitrification ซึ่งทำให้ไนเตรทถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นไนไตรท์ได้ จึงทำให้แหล่งน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ มักจะมีปริมาณไนไตรท์สูง นอกจากนั้นในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ และมีไนเตรทและฟอสเฟตมากเกินไป แพลงก์ตอนพืชอาจจะปลดปล่อยไนไตรท์ลงสู่แหล่งน้ำได้ โดยปกติแล้วในทะเลเปิดจะมีปริมาณไนไตรท์ต่ำมาก ($<0.1 \mu\text{mol/L}$) แต่ในบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นที่มีออกซิเจนและชั้นที่ไม่มีออกซิเจน (transition zone) มักจะเกิดชั้นไนไตรท์ ที่อาจจะมีความเข้มข้นสูงได้ถึง $2 \mu\text{mol/L}$ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบปริมาณไนไตรท์สูงมากในทะเลบอลติก คือ $> 3 \mu\text{mol}$ ทั้ง ๆ ที่มีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวถึง 82% และอุณหภูมิ 4.2°C และปริมาณไนไตรท์มีค่าคงตัวอยู่นานถึง 7 วัน (Hansen and Koroloff, 1999) ไนไตรท์เป็นสารที่ไม่อยู่ตัว (unstable) ควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ (NO_2)

เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 543 nm

สารเคมี

1. สารละลาย Sulfanilamide: ละลาย Sulfanilamide 5 g ในกรด HCl (ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน กรด HCl เข้มข้น 50 ml ต่อน้ำกลั่น 300 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 ml สารละลายนี้สามารถเก็บไว้ใช้นานหลายเดือน
2. N - (1 Naphthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution: ละลาย dihydrochloride 0.5 g ในน้ำกลั่น 500 ml เก็บไว้ไม่ให้ถูกแสง จะเก็บไว้ใช้ได้ประมาณ 1 เดือน หรือจนกว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงน้ำทะเล 15 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง
 2. เติมสารละลาย Sulfanilamide Solution และ N – (1-Napthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution อย่างละ 0.3 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน
 3. เตรียม Blank โดยใช้ น้ำกลั่น 30 ml เติม Sulfanilamide Solution และ N – (1-Napthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution อย่างละ 0.6 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วจึงทำการวัดแต่ไม่ควรเกิน 1-2 ชั่วโมง
 4. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 543 nm
- หมายเหตุ ปริมาตรน้ำตัวอย่าง และสารเคมีที่ใช้สารมาปรับตามแต่อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดตัวอย่างได้

3. การวิเคราะห์ไนเตรทในน้ำทะเล

ไนเตรท (NO_3^-) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ในโตรเจนที่มีความสำคัญที่สุดในวัฏจักรไนโตรเจน โดยไนเตรทเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้กระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารและพลังงาน และส่งผ่านไปทางห่วงโซ่อาหาร ไนเตรทเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ ไนเตรทเป็นผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลอยู่ในรูปของไนโตรเจน (N_2) ไปจนถึงสารประกอบไนโตรเจนที่มีเลขออกซิเดชันตั้งแต่ -3 ถึง +5 ในท้องทะเลสารประกอบไนโตรเจนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไนโตรเจน (N_2) โดยมีมากกว่ารูปอื่น ๆ ถึง 22×10^{15} เท่า ตามด้วยรูปไนเตรท (NO_3^-) แอมโมเนีย ($\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$) ไนไตรท์ (NO_2^-) และแก๊สไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งรูปแบบที่มีเลขออกซิเดชันแตกต่างกัน เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการทางชีวภาพที่สำคัญ คือ กระบวนการย่อยสลาย และขึ้นอยู่กับค่า redox potential ของน้ำทะเล รวมทั้งพีเอชของน้ำทะเล (Hansen and Koroleff, 1999) ไนเตรทเป็นสารประกอบไนโตรเจน ที่อยู่ในรูปแบบที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้เป็นธาตุอาหารได้ง่ายที่สุด ถึงแม้ในน้ำทะเลจะมีสารประกอบไนโตรเจนในรูปของ N_2 มากที่สุด แต่แพลงก์ตอนพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งจะมีแบคทีเรียกลุ่มที่เรียกว่า Nitrogen-fixing เช่น Cyanobacteria สามารถเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน (N_2) ให้เป็นไนเตรท (NO_3^-) ได้ และไนเตรทที่อยู่ในน้ำทะเล ยังมีแหล่งที่มาที่สำคัญ คือ ซากสิ่งมีชีวิตที่ตายและของเสียที่ถูกปล่อยออกมา ซึ่งจะผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่เรียกว่า nitrifying bacteria ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนเหล่านี้ให้เป็นสารอนินทรีย์ในโตรเจน ในรูปของแอมโมเนีย

ไนไตรท์และไนเตรท ในบริเวณเขตตอนบนของชั้นน้ำ จะเป็นบริเวณที่แพลงก์ตอนพืชใช้ธาตุอาหารไปในการสังเคราะห์แสงและถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร และเมื่อสิ่งมีชีวิตตามก็จะกลายเป็นซากเน่าเปื่อย เศษอินทรีย์สาร และอนุภาคของอินทรีย์สารที่แขวนลอย ซึ่งจะค่อย ๆ จมลงสู่พื้นท้องทะเล ในขณะที่อนุภาคอินทรีย์สารเหล่านี้จมตัวลง มันจะค่อย ๆ ถูกย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุต่าง ๆ กลับลงสู่แหล่งน้ำ จึงทำให้ในที่มีลักษณะอาหารอุดมสมบูรณ์ในขณะที่บริเวณผิวน้ำจะเป็นที่มีธาตุอาหารจำกัด อันเนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืชนำธาตุอาหารไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ในขณะที่มีแสงสว่างน้อยมาก แพลงก์ตอนพืชจึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารยังคงอุดมสมบูรณ์

การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท (NO_3^-)

หลักการวิเคราะห์โดยอาศัย Amalgamated Cadmium (แคดเมียม-เมอร์คิวริกคลอไรด์) ในการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ แล้วจึงใช้วิธีวิเคราะห์เดียวกันกับการวิเคราะห์หาไนไตรท์

1. Reduction column ที่บรรจุผง Amalgamated cadmium
2. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 543 nm

สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) เข้มข้น : ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 125 g ในน้ำกลั่น 500 ml เก็บสารละลายในขวดแก้วหรือพลาสติก
2. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) เจือจาง: นำสารละลาย แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) เข้มข้นมา 50 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 2,000 ml
3. สารละลาย Sulfanilamide: ละลาย Sulfanilamide 5 g ในกรดHCl(ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน กรดHClเข้มข้น 50 ml ต่อน้ำกลั่น 300 ml) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 ml สารละลายนี้สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน
4. N - (1-Naphthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution: ละลาย dihydrochloride 0.5 g ในน้ำกลั่น 500 ml เก็บไว้ไม่ให้ถูกแสง จะเก็บไว้ใช้ได้นานประมาณ 1 เดือน หรือจนกว่าสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียม Blank โดยใช้ น้ำกลั่น 100 ml ซึ่งเติมแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 1 ml แล้วมาผ่าน Reduction column เทถึง 70 ml แรก แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำ 30 ml หลัง นำ blank ที่

ผ่าน column แล้วมาเติม Sulfanilamide Solution และ N – (1-Naphthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution อย่างละ 0.6 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน

2. ตวงน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้ว 50 ml ใส่ใน beaker แล้วเติมแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 1 ml ผสมให้เข้ากัน แล้วจึงเทน้ำตัวอย่างผ่าน Reduction column ที่เตรียมไว้รองรับน้ำตัวอย่างด้วยกระบอกตวง 50 ml เททิ้ง 30 ml แรก แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำ 20 ml หลัง

3. ตวงน้ำตัวอย่างที่ผ่าน Reduction column แล้ว 15 ml ใส่หลอดทดลอง เติม Sulfanilamide Solution และ N – (1-Naphthyl) - ethylenediamine dihydrochloride solution อย่างละ 0.3 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วจึงทำการวัดแต่ไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

4. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 543 nm หมายเหตุ ปริมาณน้ำตัวอย่าง และสารเคมีที่ใช้สามารถปรับตามแต่อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดตัวอย่างได้

การเตรียมแคดเมียมคลอไรด์

การเตรียมแคดเมียมที่ใช้ในการจัดทำคอลัมน์นั้นมีด้วยกัน 2 วิธีหลักๆคือ การเตรียมแคดเมียมด้วยสารละลาย mercuric chloride และการเตรียมด้วยสารละลาย copper sulphate (CuSO_4) วิธีการแรกนั้นเป็นวิธีที่นิยมใช้มากในอดีต ดังที่ปรากฏอยู่ในเอกสารต่าง ๆ เนื่องจากสาร mercuric chloride เป็นสารที่มีความเป็นพิษต้องทำงานด้วยความระมัดระวัง ในเอกสารระยะหลังๆ จึงนิยมใช้สารละลาย copper sulphate แทนแคดเมียมซึ่งแคดเมียมที่ใช้นั้นควรเลือกใช้แคดเมียมบริสุทธิ์ (reagent grade) เม็ดแคดเมียมที่ซื้อมาใช้นั้นควรนำมาคัดขนาดเสียก่อน โดยใช้ตะแกรงร่อน ขนาดของแคดเมียมที่นำมาใช้จะมีขนาดประมาณ 3-5 มิลลิเมตร เมื่อได้แคดเมียมตามขนาดที่ต้องการแล้วจึงนำไปทำความสะอาดด้วยการล้างด้วยกรด 6N HCl แล้วล้างน้ำสะอาดจนแคดเมียมมีสีออกสีเทาอ่อน ๆ

การเตรียมแคดเมียมด้วยสารละลาย Mercuric Chloride

การเตรียมสารละลาย Mercuric Chloride โดยชั่งสาร Mercuric Chloride มา 1 กรัม แล้วละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร นำเม็ดแคดเมียมประมาณ 100 กรัม (สามารถเตรียมได้ 2 คอลัมน์) แล้วรินสารละลาย Mercuric Chloride ลงไป 100 มิลลิลิตร แล้วทำการคนด้วยแท่ง

แก้วจนเม็ดแคดเมียม มีสีเป็นเทาออกดำ แล้วรินสารละลายทิ้งไป จากนั้นทำการล้างด้วยกรดไนตริก 1% (v/v) และ HCl 1% (v/v) หลายครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้งจนกรดหมดไป แล้วแช่เม็ดแคดเมียมไว้ในสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์อ่อน ๆ (สารละลายที่ 2 ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในเตรท) จนกว่าจะนำไปบรรจุในคอลัมน์

ในการบรรจุคอลัมน์นั้นก่อนการบรรจุ ใส่ glass wool ลงในส่วนก้นของคอลัมน์แล้วเติมแอมโมเนียมเจือจางลงไป เพื่อที่เวลาใส่แคดเมียมลงไปจะได้ไม่เกิดฟองอากาศ และในกรณีที่ทำการบรรจุหลายคอลัมน์พร้อมกัน ควรทยอยใส่เติมทุก ๆ คอลัมน์พร้อมกันเพื่อให้แคดเมียมในทุกคอลัมน์มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมด จะทำให้ทุกคอลัมน์มีประสิทธิภาพใกล้เคียงจะทำให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น และจะต้องใช้ระดับของแคดเมียมอยู่ได้สารละลาย ปรับอัตราการไหลของคอลัมน์ให้อยู่ที่ปริมาณ 8 มิลลิลิตรต่อนาที

การเตรียมแคดเมียมด้วยสารละลาย Copper Sulphate

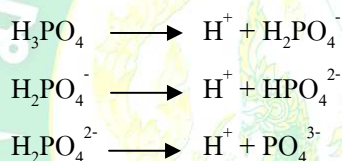
1. เตรียมสารละลาย $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 2% โดยชั่งสารมา 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร
2. เตรียมสารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$: ละลาย NH_4Cl 13 กรัมและ EDTA (disodium ethylenediamine tetraacetate) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร แล้วปรับ pH ของสารละลายเป็น 8.5 โดยใช้ NH_4OH เข้มข้น แล้วปรับสารละลายเป็น 1 ลิตร
3. เตรียมสารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ เจือจาง: นำสารละลายที่ 2 มา 300 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 500 มิลลิลิตร

การล้างและเตรียมแคดเมียมทำเช่นเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วในวิธี mercuric chloridel แล้วนำแคดเมียมมาแช่ในสารละลาย Copper Sulphate 2% (แคดเมียม 25 กรัมใน 100 มิลลิลิตร) แล้วคนประมาณ 5 นาที จนสีน้ำเงินในสารละลายหายไป แล้วเทน้ำออก เปลี่ยนใส่สารละลาย Copper Sulphate ลงใหม่อีก ทำอย่างนี้ซ้ำจนเกิดตะกอนสีน้ำตาล แล้วจึงทำการเทน้ำและตะกอนที่เกิดขึ้นออกไป แล้วล้างแคดเมียมเบา ๆ ด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงเติมสารละลายเจือจางของ $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ (สารละลายที่ 3) ให้ท่วมแคดเมียม ก่อนนำไปบรรจุคอลัมน์ โดยวิธีการเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น

สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างนั้น การล้าง และการเก็บคอลัมน์หลังการใช้งานนั้น ให้ใช้สารละลาย $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ เจือจาง

4. การวิเคราะห์ฟอสเฟตในน้ำทะเล

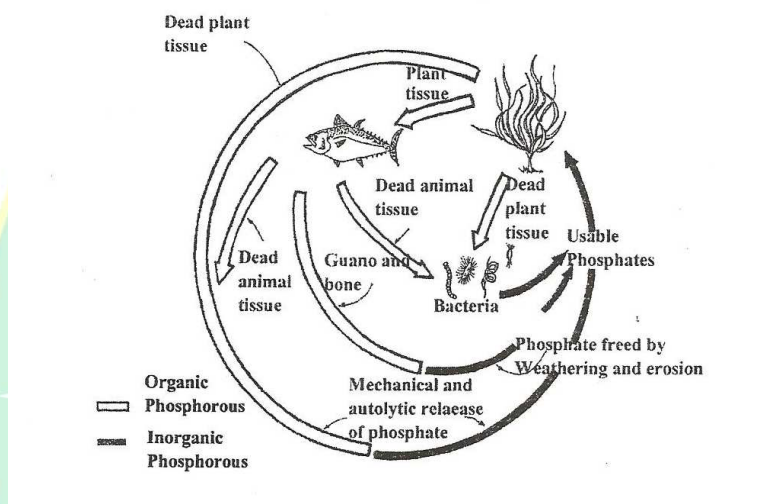
ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อหุ้มเซลล์ และเป็นองค์ประกอบของ ATP ซึ่งเป็นแหล่งที่เก็บและสร้างพลังงาน รวมทั้งเป็นองค์ประกอบของ DNA และ RNA ที่พบในสิ่งมีชีวิตในทะเล (Pipkin, 2001) เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ฟอสฟอรัสจะถูกย่อยสลาย โดยส่วนหนึ่งจะเกิดเป็นสารอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphates) และอีกส่วนหนึ่งจะลงไปสะสมที่พื้นท้องทะเล ฟอสฟอรัสอีกกลุ่มหนึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมาจากหินแร่ หรืออาจจะมาจากน้ำทิ้งที่มาจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ สารอนินทรีย์ฟอสเฟต (inorganic phosphate) ซึ่งรูปแบบที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล คือ อนินทรีย์สารฟอสเฟตที่อยู่ในรูปของสารละลาย (dissolved inorganic phosphate) ซึ่งมาจากน้ำทิ้งที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการทำฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งกลุ่มที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล คือ กลุ่มออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ได้แก่ HPO_4^{2-} และ PO_4^{3-} ซึ่งมาจากการแตกตัวของกรดฟอสฟอริก ดังสมการต่อไปนี้



ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของ PO_4^{3-} เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ เป็นธาตุอาหารสำหรับพืชและแพลงก์ตอนพืช ที่จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง และถ่ายทอดไปยังสัตว์ผ่านทางห่วงโซ่อาหาร ซึ่งออร์โธฟอสเฟตส่วนใหญ่มาจากของเสียและซากเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย นอกจากนั้นสารประกอบฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) มักจะพบเฉพาะบริเวณชายฝั่งที่มีการปนเปื้อนจากผงซักฟอก ซึ่งสารประกอบโพลีฟอสเฟตสามารถเปลี่ยนแปลงมาเป็นสารประกอบออร์โธฟอสเฟต (Hansen and Koroleff, 1999) บริเวณตอนบนของชั้นน้ำ จะพบสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งเป็นสารที่มาจาก การย่อยสลายและของเสียที่ถูกปล่อยมาจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ Phospholipids และ Phosphonucleotides เป็นต้น ในตะกอนก็จะพบสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปของ Iron phosphate, Calcium phosphate และ Magnesium phosphate เป็นต้น (Stumm and Morgan, 1981) ในสภาวะที่ออกซิเจนต่ำ Fe^{3+} จะถูกรีดิวส์เป็น Fe^{2+} ซึ่งจะทำให้ฟอสเฟตถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอนที่พื้นท้องทะเล ทำให้น้ำที่บริเวณเหนือพื้นท้องทะเลมีปริมาณฟอสเฟตสูงขึ้น

การแพร่กระจายของฟอสเฟตในน้ำทะเลพบว่าบริเวณผิวน้ำ (surface) มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าในที่ลึก คือ มีค่าประมาณ $0.05 \mu\text{M}$ ในขณะที่ลึกมีค่าอยู่ระหว่าง $1.0 - 3.0 \mu\text{M}$ บริเวณชายฝั่งทะเล

มีค่าฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.3-1.0 μM และบริเวณที่มักจะพบปริมาณฟอสเฟตสูงสุดคือ ปากแม่น้ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-30. μM (Millero, 2005) ในวัฏจักรของสารประกอบฟอสฟอรัสในทะเล จะพบว่าฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ จากการผุร่อนของหิน จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงเป็น สารอนินทรีย์ฟอสเฟต และถูกใช้โดยแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค เมื่อสิ่งมีชีวิต ในทะเลตาย ฟอสฟอรัสจะหมุนเวียนกลับมาด้วยอัตราเร็วว่าในโตรเจน ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ถือว่าเป็นธาตุที่มีปริมาณจำกัด ในบริเวณจำกัดในบริเวณที่แสงส่องถึง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณมากถึง 1 ใน 7 ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในดินตะกอนในรูปของ Guano และจะมีการหมุนเวียนกลับมาในน้ำทะเลด้วยกระบวนการผุร่อน (erosion) (Pipkin *et al.*, 2001)



ภาพที่ 1 วัฏจักรของสารประกอบฟอสฟอรัสในทะเล

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{3-})

เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 885 nm

สารเคมี

1. Potassium antimonyl – tartrate solution : ละลาย Potassium antimonyl - tartrate (tartar emetic) 0.34 g ด้วยน้ำกลั่น หากละลายยากอาจอุ่นสารละลายพร้อมกับคนเบา ๆ และปรับปริมาตรให้ครบ 250 ml เก็บสารละลายในขวดแก้วหรือพลาสติกสามารถเก็บไว้ได้หลายเดือน
2. Ammonium molybdate solution: สารละลาย Ammonium molybdate 20 g ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml เก็บสารละลายในขวดแก้วหรือพลาสติกอย่าให้ถูกแสง สามารถเก็บไว้ได้หลายเดือน
3. Sulfuric acid solution: ผสมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 140 ml ลงในน้ำกลั่น 900 ml ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เก็บสารละลายในขวดแก้ว
4. Ascorbic acid solution: ละลาย Ascorbic acid 27 g ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml เก็บสารละลายในขวดพลาสติก และแช่แข็งเอาไว้ เมื่อจะใช้วิเคราะห์ควรปล่อยให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บไว้ได้หลายเดือน แต่หากเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะคงคุณภาพอยู่ได้ประมาณ 1 อาทิตย์
5. Mixed reagent: ผสมสารละลายในข้อ 1,2,3,4 เข้าด้วยกัน ในอัตราส่วน 1:2:5:2 จะผสมมากขึ้นกับจำนวนตัวอย่างที่ทำการวัด
6. น้ำทะเลเทียม: สารละลาย NaCl 48 g, MgCl 10.2 g, Na_2SO_4 8 g ในน้ำกลั่น 2 ลิตร

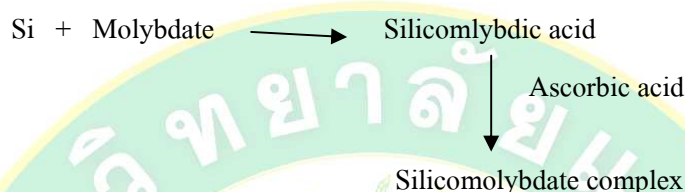
วิธีวิเคราะห์

1. ตวงน้ำทะเล 15 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง
2. เติม Mixed reagent ลงไปหลอดละ 1.5 ml เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที จึงทำการวัดแต่ไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง
3. เตรียม Blank โดยใช้ น้ำทะเลเทียม 30 ml (สำหรับวัดตัวอย่างน้ำทะเล) แล้วเติม Mixed reagent 3 ml เขย่าให้เข้ากัน
4. ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 885 nm

หมายเหตุ ปริมาตรน้ำตัวอย่าง และสารเคมีที่ใช้สามารถปรับตามแต่อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดตัวอย่างได้

5. การวิเคราะห์ซิลิเกตในน้ำทะเล

การวิเคราะห์ซิลิเกตที่อยู่ในรูปของอนินทรีย์ซิลิเกตที่ละลายในน้ำทะเล ซิลิเกตที่อยู่ในสภาพกรด เข้าทำปฏิกิริยากับ โมลิบเดต (Molybdate) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีเหลืองของกรดซิลิโกโมลิบดิก (Silicomolybdic acid) จากนั้นจะมีการเติมกรดออกซาลิก (Oxalic acid) เพื่อกำจัดอิทธิพลของฟอสเฟตที่มีต่อปฏิกิริยา และถูกรีดิวส์ด้วยกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินของซิลิโกโมลิบเดต (Silicomolybdate)



การวิเคราะห์หาปริมาณซิลิเกตในน้ำทะเล

เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 885 nm

สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมเฮปตาโมลิบเดต [Ammonium heptamolybdate ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)] ชั่งแอมโมเนียมเฮปตาโมลิบเดต 12.67 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายกรดซัลฟูริก [Sulphuric acid (H_2SO_4)] 4.5 mol/L ดูดกรดซัลฟูริก 25 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร
3. สารละลายโมลิบเดต (Acid Molybdate) เทสารละลายแอมโมเนียมเฮปตาโมลิบเดต (ข้อ 1) ลงในสารละลายกรดซัลฟูริก (ข้อ 2) ผสมให้เข้ากันจะต้องเทสารละลายแอมโมเนียมเฮปตาโมลิบเดตลงในสารละลายกรดเท่านั้น (สารละลายนี้สามารถเก็บได้นานหลายเดือน)
4. สารละลายกรดออกซาลิก [Oxalic acid ($(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)] ชั่งกรดออกซาลิกมา 10 กรัม แล้วละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (เก็บไว้ในขวดพลาสติก ได้เป็นเวลานานหลาย เดือน)
5. สารละลายกรดแอสคอร์บิก [Ascorbic acid ($\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6$)] ชั่งกรดแอสคอร์บิก 2.8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (เก็บไว้ในขวดสีชา ในตู้เย็น สามารถใช้งานได้ ถ้าสารละลายไม่มีสี) ควรเตรียม standard โดยใช้น้ำทะเลเทียม เพราะ pH สูงจะทำให้ Si ละลายได้ดี

6. สารละลายมาตรฐานซิลิเกตเข้มข้น (Silicate stock standard solution) ชั่งไดโซเดียมเฮกซะฟลูโอโรซิลิเกต [di – Sodium hexafluorosilicate (Na_2SiF_6)] ที่อบแห้งที่ 105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใน Pt หรือ Ni crucible มา 0.9403 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นในบีกเกอร์พลาสติก แล้วใส่ลงใน volumetric flask ที่เป็นพลาสติกเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลายมาตรฐานไว้ในขวด พลาสติกได้อย่างน้อย 1 ปี สารละลายนี้จะมีค่าความเข้มข้นของซิลิเกตเท่ากับ 10 mmol/L

7. สารละลายมาตรฐานซิลิเกตเจือจาง (Silicate working standard solution) ดูดสารละลายมาตรฐานซิลิเกตจากข้อ 1 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะมีค่าความเข้มข้น มีหน่วย คือ $\mu\text{mol/L}$

น้ำกลั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั่วไป เป็นน้ำกลั่นซึ่งมักมีการปนเปื้อนของซิลิเกตจากอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการกลั่น ดังนั้นน้ำกลั่นที่จะใช้ในการวิเคราะห์ซิลิเกต ควรจะนำมาผ่าน ion – exchange resin 3 ครั้ง คือ anion, cation และ mixed bed เพื่อให้ค่าซิลิเกตน้อยลง หรือใช้น้ำจากกลองมหาสมุทรที่มีปริมาณซิลิเกตต่ำ (LNSW) และสารที่ใช้ในการวิเคราะห์ซิลิเกต ต้องเก็บรักษาในขวดพลาสติกเช่นกัน

วิธีวิเคราะห์

ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ซิลิเกตควรเก็บในขวดพลาสติก และเก็บในที่มืดเพื่อหลีกเลี่ยงการสังเคราะห์แสง ตัวอย่างน้ำไม่ควรแช่แข็ง (freeze) เพราะจะเกิด polymerize ถ้านำไปแช่แข็ง จะต้องวางทิ้งไว้ให้ละลายอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

1. การเตรียมกราฟมาตรฐานซิลิเกต ($\text{SiO}_3 - \text{Si}$ standard curve)

ดูดสารละลายมาตรฐานซิลิเกตเจือจางมา 1,2,4,6 และ 8 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร สารละลายแต่ละขวดจะมีความเข้มข้นดังต่อไปนี้

ปริมาณสารละลายมาตรฐานซิลิเกตเจือจาง (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้น($\mu\text{mol/L}$)
1	
2	
4	
6	
8	

จากนั้นเทสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นใส่ลงใน flask

2. การเตรียมตัวอย่างน้ำสำหรับทำการวิเคราะห์ถ้าตัวอย่างน้ำปูน จะต้องทำการกรองด้วยกระดาษกรองแบบ Nucleopore membrane จากนั้น ใช้ volumetric pipette คูดตัวอย่างน้ำแต่ละตัวอย่าง มา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask

3. การเตรียม reagent blank ใช้ volumetric pipette คูดน้ำกลั่นมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask

4. นำสารละลายมาตรฐาน ตัวอย่างน้ำ และ reagent blank ที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาเติมกรดโมลิบดีตลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 5 – 10 นาที

5. เติมกรดซาลิกลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกันแล้วตามด้วยกรดแอสคอร์บิกลงไปที่ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร

หมายเหตุ การเติมกรดซาลิกลงไป เพื่อป้องกันไม่ให้ฟอสเฟสในตัวอย่างน้ำเข้าไปทำปฏิกิริยากับ ซึ่งจะต้องเติมกรดแอสคอร์บิกทันทีหลังจากการเติมกรดออกซาลิก

6. การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ในน้ำทะเล

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นรงควัตถุหลักที่พบมากที่สุดในพื้นที่ในพืช ในกระบวนการสังเคราะห์แสงแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายจะใช้คลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสง และนำแสงไปทำให้เกิดปฏิกิริยาสร้างสารต่างๆ และพลังงาน คลอโรฟิลล์ในน้ำทะเลสามารถให้เป็นดัชนีบ่งบอกปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นตัวแทนของผลผลิตขั้นต้นในทะเล แหล่งน้ำที่มีแพลงก์ตอนพืชอุดมสมบูรณ์ สามารถหาความอุดมสมบูรณ์ได้จากปริมาณคลอโรฟิลล์

การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ในน้ำทะเล

นำตัวอย่างน้ำทะเลมากรองด้วยกระดาษกรอง เซลล์ของแพลงก์ตอนพืชจะติดอยู่บนกระดาษกรอง และมีการเติมแมกนีเซียมคาร์บอเนตเพื่อป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จากนั้นนำเอากระดาษกรองที่มีเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช ไปสกัดอะซิโตน (acetone) แล้วนำไปวัดหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นสารที่สลายตัวได้ง่าย ในการหาปริมาณคลอโรฟิลล์จึงต้องหลีกเลี่ยงแสงและความร้อน

เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 750 nm

สารเคมี

1. อะซีโตน 90% (Acetone) ตวงอะซีโตน 90 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. สารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนต [Magnesium carbonate (MgCO_3)] ชั่งแมกนีเซียมคาร์บอเนตมา 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. การกรองตัวอย่างน้ำทะเล (filtration)

วางกระดาษกรอง GF/F เส้นผ่าศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร ลงบนที่วางแผ่นกรอง (filter holder) โดยใช้ wash bottle ฉีดน้ำกลั่นลงบนที่วางแผ่นกรองให้เปียกก่อน เพื่อให้กระดาษกรองจะได้แนบกับแผ่นกรอง

เติมแมกนีเซียมคาร์บอเนต ลงไปในตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการประกอบชุดกรองแล้วเทตัวอย่างน้ำประมาณ 100 - 500 มิลลิลิตร (ขึ้นอยู่กับปริมาณคลอโรฟิลล์) ลงในขวดรับน้ำของชุดกรอง แล้วกรองตัวอย่างน้ำภายใต้แรงดันสุญญากาศ (vacuum) โดยใช้ความดันไม่เกิน 10 mmHg เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์ของแพลงก์ตอนพืชแตก

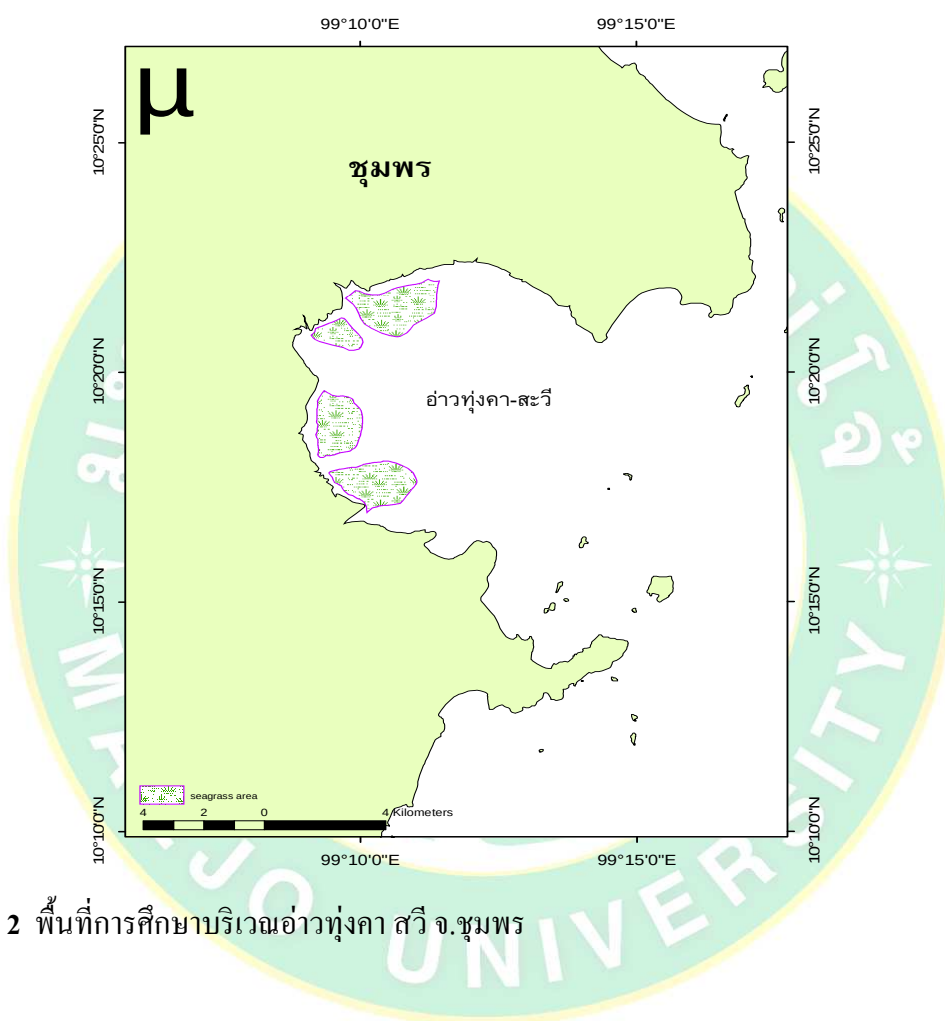
หลังจากตัวอย่างน้ำผ่านการกรองจนหมดแล้วใช้ wash bottle ฉีดล้างกระดาษกรองที่มีแพลงก์ตอนพืช เปิดสุญญากาศอีกครั้ง เพื่อทำการกรองจนกระดาษกรองแห้ง

พื้นที่อ่าวทุ่งคา - สวี อำเภอเมือง - สวี จังหวัดชุมพร

สภาพโดยทั่วไปของอ่าวทุ่งคา-สวี จึงมีลักษณะเป็นหาดเลนและมีป่าชายเลนขึ้นปกคลุมบริเวณรอบอ่าว ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งของอ่าวทุ่งคา-สวี จึงมีความสมบูรณ์ที่สุดของจังหวัดชุมพร ในด้านความหลากหลายของพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์มีความหลากหลายสูงมาก ทรัพยากรในอ่าวทุ่งคา-สวี ประกอบด้วย แหล่งหญ้าทะเล ปะการัง และสัตว์น้ำต่าง ๆ ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรและพื้นที่อ่าวทุ่งคา-สวี มีสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิดที่จับได้จากเครื่องมือประมงพื้นบ้าน จึงทำให้เป็นแหล่งทำการประมงสัตว์น้ำของจังหวัดชุมพร นอกจากนี้มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งโดยรอบอ่าวและมีเกาะน้อยใหญ่ประมาณ 15 เกาะ ซึ่งมียหลายเกาะที่มีแนวปะการังที่สมบูรณ์ เช่น เกาะรังกาจิ๋ว เกาะเกลบ เกาะทองหลาง เกาะกูด

อาณาเขตพื้นที่

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	จังหวัดระนอง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	ทะเลอ่าวไทยและจังหวัดสุราษฎร์ธานี



ภาพที่ 2 พื้นที่การศึกษาบริเวณอ่าวทุ่งคา สวี จ.ชุมพร

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์ (ภาคสนามและห้องปฏิบัติการ)

1. เรือ
2. เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH meter)
3. เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter)
4. เครื่องมือวัดความเค็ม (Refecto salino meter)
5. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
6. ที่วัดความขุ่นใสของน้ำ (Secchidish)
7. หลอดหยด
8. ปีกเกอร์
9. แท่งแก้ว
10. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
11. เครื่อง Spectrophotometer

สารเคมี

1. การวิเคราะห์แอมโมเนีย
 - 1.1 De-ionized water
 - 1.2 Phenol Solution
 - 1.3 Sodium Nitroprusside Solution
 - 1.4 Alkaline Reagent
 - 1.5 Sodium Hypochlorite Solution
 - 1.6 Oxidizing Solution
2. การวิเคราะห์ไนไตรท์
 - 2.1 Sulphanilamide solution
 - 2.2 N-(1-Naphthyl)-Ethylenediamine Dihydrochloride Solution
 - 2.3 Standard nitrite solution

2.4 Nitrite Diluted Solution

3. การวิเคราะห์ไนไตรท์

3.1 Concentration Ammonium Chloride Solution

3.2 Dilute Ammonium Chloride Solution

3.3 Sulphanilamide solution

3.4 N-(1-Naphthyl)- Ethylenediamine Dihydrochloride Solution

วิธีการดำเนินงาน

1.1 เช็กคุณภาพน้ำภาคสนาม โดยจะเช็กอุณหภูมิ, พีเอช, ความเค็ม, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความเค็มและความขุ่นใส

1.2 แบ่งจุดที่จะสำรวจเป็น 3 จุด ในสถานที่การเลี้ยงหอยแมลงภู่ โดยจะระยะห่างฝั่งประมาณ 3 กม. ไร่ โดยจะสุ่มสำรวจ 3 จุด โดยระยะห่างจากจุดจุดละ 1 กม. แต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ

1.3 นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์คือ

- หาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยวิธีการไตเตรท
- หาค่าปริมาณแอมโมเนีย
- หาค่าปริมาณไนไตรท์
- หาค่าปริมาณไนเตรท
- หาค่าปริมาณฟอสเฟต
- หาค่าปริมาณซิลิเกต
- หาค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ

เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย

1. สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

บริเวณอ่าวทุ่งคา สวี ตำบลด่านสวี อำเภอสวี จ.ชุมพร

2. ระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวในธรรมชาติ อ่าวทุ่งคา สวี อำเภอสวี จ.ชุมพรซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือน มีนาคม 2552 ถึงเดือน พฤษภาคม 2552 กำหนดวัน โดยการดูช่วงเวลาน้ำขึ้นและน้ำลง แบ่งช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 มีนาคม 2552
 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เมษายน 2552
 เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 พฤษภาคม 2552

ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ส่งชื่อเรื่อง	↔				
2.ค้นคว้าข้อมูล	↔				
3. เขียนโครงร่าง	↔				
4. ส่งโครงร่าง	↔				
5. เตรียมวัสดุอุปกรณ์		↔			
6.ทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา			↔	↔	↔
7.จำแนกและบันทึกผล			↔	↔	↔
8.สรุปผลและเขียนรายงาน			↔	↔	↔

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา

ความลึกของน้ำ

จากการทดลอง ความลึกของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความลึกเท่ากับ 2.60 ± 0.000 2.60 ± 0.000 และ 2.00 ± 0.000 เมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากการทดลอง พบว่าความลึกของน้ำมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวที่อยู่ในช่วง 2-10 เมตรซึ่งถือเป็นแหล่งน้ำต้นชายฝั่งเหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าว

ตารางที่ 1 ความลึกของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ความลึกของน้ำ (m)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	2.60 ± 0.000	2.60 ± 0.000	2 ± 0.000	0.000
เมษายน	2.60 ± 0.000	2.60 ± 0.000	2 ± 0.000	0.000
พฤษภาคม	2.60 ± 0.000	2.60 ± 0.000	2 ± 0.000	0.000
เฉลี่ยรวม	2.60 ± 0.000	2.60 ± 0.000	2 ± 0.000	1.000

ความโปร่งแสงของน้ำ

จากการทดลอง ความโปร่งแสงของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความโปร่งแสงเท่ากับ 0.87 ± 0.058 0.99 ± 0.019 และ 1.12 ± 0.038 เมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2) ความโปร่งแสงของน้ำมีผลต่อการกรองอาหารของหอยแมลงภู่มะพร้าว คือ ถ้าความโปร่งแสงมีค่าน้อยจะทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำ เป็นผลให้หอยเจริญเติบโตช้า จากการทดลอง พบว่า ในสถานีที่ 1 ของทั้ง 3 เดือนมีค่าเฉลี่ยของความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในระดับต่ำอาจมีผลทำให้หอยแมลงภู่มะพร้าวในสถานีที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่า สถานีที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ความโปร่งแสงของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ความโปร่งแสงของน้ำ (m)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	0.87 ± 0.058	0.97 ± 0.058	1.17 ± 0.115	0.011
เมษายน	0.87 ± 0.058	1.00 ± 0.000	1.10 ± 0.000	0.000
พฤษภาคม	0.87 ± 0.058	1.00 ± 0.000	1.10 ± 0.000	0.000
เฉลี่ยรวม	0.87 ± 0.058	0.99 ± 0.019	1.12 ± 0.038	0.033

อุณหภูมิของน้ำ

จากการทดลอง อุณหภูมิของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 31.11 ± 0.127 29.87 ± 0.096 และ 31.07 ± 0.404 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากการทดลองอยู่ในช่วงฤดูร้อนทำให้อุณหภูมิของน้ำมีค่าสูง ซึ่งอาจจะมีผลทำให้หอยแมลงภู่มิอัตราการตายสูง

ตารางที่ 3 อุณหภูมิของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	อุณหภูมิของน้ำ (°C)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	31.17 ± 0.058	29.90 ± 0.173	31.07 ± 0.404	0.002
เมษายน	31.17 ± 0.058	29.83 ± 0.058	31.07 ± 0.404	0.001
พฤษภาคม	31.00 ± 0.265	29.87 ± 0.058	31.07 ± 0.404	0.003
เฉลี่ยรวม	31.11 ± 0.127	29.87 ± 0.096	31.07 ± 0.404	0.280

ความเค็มของน้ำ

จากการทดลอง ความเค็มของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความเค็มของน้ำเท่ากับ 19.78 ± 0.38 24.56 ± 0.577 และ 29.45 ± 0.718 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4) จากข้อมูลพบว่า ความเค็มของน้ำในสถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 มีความเหมาะสมในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวอยู่ในช่วง 25-33 ส่วนในพัน ส่วนความเค็มของน้ำสถานีที่ 1 ต่ำกว่าเกณฑ์ ทำให้อัตราการกรองอาหารของหอยแมลงภู่มะพร้าวช้าลง

ตารางที่ 4 ความเค็มของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ความเค็มของน้ำ (ppt)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	19.67 ± 0.577	24.33 ± 0.577	29.00 ± 1.000	0.000
เมษายน	20.00 ± 0.000	24.67 ± 0.577	29.67 ± 0.577	0.000
พฤษภาคม	19.67 ± 0.577	24.67 ± 0.577	29.67 ± 0.577	0.000
เฉลี่ยรวม	19.78 ± 0.38	24.56 ± 0.577	29.45 ± 0.718	0.018

ความเป็นกรด-ด่าง

จากการทดลอง ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูลแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.77 ± 0.057 8.26 ± 0.033 และ 8.09 ± 0.018 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 5) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 5) ค่ามาตรฐานความเป็นกรด - ด่างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งควรอยู่ระหว่าง 7.0 – 8.5 และจากการทดลองพบว่า ในสถานีที่ 1 มีค่าความเป็นกรด - ด่างต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่มูลในสถานีที่ 1 มีอัตราที่ต่ำกว่าอีก 2 สถานี

ตารางที่ 5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูลแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	6.82 ± 0.136	8.29 ± 0.065	8.12 ± 0.020	0.000
เมษายน	6.74 ± 0.000	8.25 ± 0.017	8.08 ± 0.017	0.000
พฤษภาคม	6.76 ± 0.035	8.25 ± 0.017	8.08 ± 0.017	0.000
เฉลี่ยรวม	6.77 ± 0.057	8.26 ± 0.033	8.09 ± 0.018	0.062

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

จากการทดลองปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 4.43 ± 0.30 5.09 ± 0.30 และ 5.44 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6) ค่ามาตรฐานของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวควรมีค่าไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ทั้ง 3 สถานีมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าว

ตารางที่ 6 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	4.29 ± 0.075	5.25 ± 0.238	5.70 ± 0.075	0.000
เมษายน	4.40 ± 0.236	5.30 ± 0.396	5.27 ± 0.445	0.042
พฤษภาคม	4.61 ± 0.575	4.72 ± 0.259	5.36 ± 0.311	0.125
เฉลี่ยรวม	4.43 ± 0.30	5.09 ± 0.30	5.44 ± 0.30	0.038

ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำ

จากการทดลองปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำเท่ากับ 33.88 ± 4.906 30.57 ± 2.659 และ 32.53 ± 2.057 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 7) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำ (mg/l)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	35.70 ± 2.476	31.53 ± 3.092	31.47 ± 1.365	0.124
เมษายน	33.27 ± 6.028	30.87 ± 4.197	33.47 ± 4.636	0.787
พฤษภาคม	32.67 ± 6.214	29.31 ± 0.689	32.64 ± 0.170	0.471
เฉลี่ยรวม	33.88 ± 4.906	30.57 ± 2.659	32.53 ± 2.057	0.041

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ

จากการทดลองปริมาณไนโตรเจนในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณไนโตรเจนในน้ำเท่ากับ 0.46 ± 0.01 0.17 ± 0.01 และ 0.07 ± 0.00 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ ($\mu\text{g-atN/l}$)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	0.46 ± 0.003	0.17 ± 0.010	0.08 ± 0.002	0.000
เมษายน	0.45 ± 0.021	0.17 ± 0.017	0.07 ± 0.009	0.000
พฤษภาคม	0.46 ± 0.013	0.18 ± 0.006	0.07 ± 0.003	0.000
เฉลี่ยรวม	0.46 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.043

ปริมาณไนเตรทในน้ำ

จากการทดลองปริมาณปริมาณไนเตรทในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณไนเตรทในน้ำเท่ากับ 11.31 ± 1.38 4.62 ± 0.72 และ 2.47 ± 0.39 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 9) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณไนเตรทในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณไนเตรทในน้ำ ($\mu\text{g-atN/l}$)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	11.21 ± 1.541	4.45 ± 0.966	2.73 ± 0.165	0.000
เมษายน	11.21 ± 1.540	4.46 ± 0.966	2.06 ± 0.987	0.000
พฤษภาคม	11.52 ± 1.055	4.96 ± 0.218	2.63 ± 0.018	0.000
เฉลี่ยรวม	11.31 ± 1.38	4.62 ± 0.72	2.47 ± 0.39	0.928

ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ

จากการทดลองปริมาณปริมาณแอมโมเนียในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำเท่ากับ 11.54 ± 0.20 2.64 ± 0.36 และ 0.90 ± 0.43 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 10) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 10) จากการทดลองพบว่าปริมาณแอมโมเนียในน้ำบริเวณสถานีที่ 1 มีค่าสูงมากอาจเนื่องมาจากอยู่ใกล้บริเวณชายฝั่งทำให้มีการปนเปื้อนโดยมลพิษ และบริเวณทะเลลึก ซึ่งไม่มีการหมุนเวียนของน้ำ จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ ปริมาณแอมโมเนียที่เหมาะสมไม่ควรเกิน $5 \mu\text{g-atN/l}$

ตารางที่ 10 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูลแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ ($\mu\text{g-atN/l}$)			P-vale
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	11.30 $\pm$ 0.116	2.56 $\pm$ 0.211	0.84 $\pm$ 0.357	0.000
เมษายน	11.69 $\pm$ 0.246	2.91 $\pm$ 0.763	1.20 $\pm$ 0.912	0.000
พฤษภาคม	11.62 $\pm$ 0.226	2.46 $\pm$ 0.114	0.66 $\pm$ 0.018	0.000
เฉลี่ยรวม	11.54 $\pm$ 0.20	2.64 $\pm$ 0.36	0.90 $\pm$ 0.43	1.000

ปริมาณฟอสเฟตในน้ำ

จากการทดลองปริมาณฟอสเฟตในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูลแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณฟอสเฟตในน้ำเท่ากับ 0.45 $\pm$ 0.03 0.18 $\pm$ 0.17 และ 0.04 $\pm$ 0.01 $\mu\text{g-atP/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณฟอสเฟตในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มูลแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณฟอสเฟตในน้ำ ($\mu\text{g-atP/l}$)			P-vale
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	0.45 $\pm$ 0.030	0.23 $\pm$ 0.025	0.03 $\pm$ 0.002	0.000
เมษายน	0.45 $\pm$ 0.025	0.16 $\pm$ 0.43	0.03 $\pm$ 0.035	0.000
พฤษภาคม	0.46 $\pm$ 0.022	0.15 $\pm$ 0.033	0.07 $\pm$ 0.003	0.000
เฉลี่ยรวม	0.45 $\pm$ 0.03	0.18 $\pm$ 0.17	0.04 $\pm$ 0.01	0.031

ปริมาณซิลิกอนในน้ำ

จากการทดลองปริมาณปริมาณซิลิกอนในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณซิลิกอนในน้ำเท่ากับ 156.62 ± 1.53 88.31 ± 2.84 และ 41.68 ± 0.62 $\mu\text{g-atSi/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 12)) แต่เมื่อสังเกตจากในแต่ละเดือนพบว่า ทั้ง 3 สถานี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณซิลิกอนในน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะพร้าวแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณซิลิกอนในน้ำ ($\mu\text{g-atSi/l}$)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	156.70 ± 1.573	87.50 ± 3.989	41.52 ± 0.166	0.000
เมษายน	156.74 ± 1.544	87.60 ± 4.059	41.86 ± 1.492	0.000
พฤษภาคม	156.42 ± 1.470	89.83 ± 0.480	41.67 ± 0.186	0.000
เฉลี่ยรวม	156.62 ± 1.53	88.31 ± 2.84	41.68 ± 0.62	0.848

ปริมาณคลอโลฟิลล์เอนน้ำ

จากการทดลองปริมาณปริมาณคลอโลฟิลล์ เอนน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีปริมาณคลอโลฟิลล์ เอนน้ำ เท่ากับ 3.87 ± 0.63 3.32 ± 1.21 และ 2.82 ± 0.27 mg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ปริมาณคลอโลฟิลล์ เอนน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มะแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี

เดือน	ปริมาณคลอโลฟิลล์ เอนน้ำ (mg/m^3)			P-value
	St.1	St.2	St.3	
มีนาคม	4.29 ± 0.163	3.88 ± 1.228	2.79 ± 0.278	0.105
เมษายน	3.16 ± 1.723	3.60 ± 2.368	2.82 ± 0.291	0.813
พฤษภาคม	4.16 ± 0.015	2.49 ± 0.045	2.85 ± 0.231	0.000
เฉลี่ยรวม	3.87 ± 0.63	3.32 ± 1.21	2.82 ± 0.27	0.592

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืดแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยได้กำหนดจุดวัดคุณภาพน้ำในบริเวณที่เลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืด 3 จุด และได้ทำการทดลองในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม

จากการทดลอง พบว่าในการเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืดแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร โดยทำการทดลอง ในเดือน มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เดือนมีความลึกเท่ากับ 2.60 ± 0.000 2.60 ± 0.000 และ 2.00 ± 0.000 เมตร ตามลำดับ ความโปร่งแสงเท่ากับ 0.87 ± 0.058 0.99 ± 0.019 และ 1.12 ± 0.038 เมตร ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 31.11 ± 0.127 29.87 ± 0.096 และ 31.07 ± 0.404 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเค็มของน้ำเท่ากับ 19.78 ± 0.38 24.56 ± 0.577 และ 29.45 ± 0.718 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.77 ± 0.057 8.26 ± 0.033 และ 8.09 ± 0.018 ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 4.43 ± 0.30 5.09 ± 0.30 และ 5.44 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำเท่ากับ 33.88 ± 4.906 30.57 ± 2.659 และ 32.53 ± 2.057 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนในน้ำเท่ากับ 0.46 ± 0.01 0.17 ± 0.01 และ 0.07 ± 0.00 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำเท่ากับ 11.31 ± 1.38 4.62 ± 0.72 และ 2.47 ± 0.39 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเท่ากับ 11.54 ± 0.20 2.64 ± 0.36 และ 0.90 ± 0.43 $\mu\text{g-atN/l}$ ตามลำดับ ปริมาณฟอสเฟสในน้ำเท่ากับ 0.45 ± 0.03 0.18 ± 0.17 และ 0.04 ± 0.01 $\mu\text{g-atP/l}$ ตามลำดับ ปริมาณซิลิเกตในน้ำเท่ากับ 156.62 ± 1.53 88.31 ± 2.84 และ 41.68 ± 0.62 $\mu\text{g-atSi/l}$ ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำเท่ากับ 3.87 ± 0.63 3.32 ± 1.21 และ 2.82 ± 0.27 mg/m^3 ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่า สถานีที่ 2 และ สถานีที่ 3 มีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืด ส่วนสถานีที่ 1 พบว่า มีอัตราการตายของหอยแมลงภู่น้ำจืดสูง อาจจะเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลที่มาจากชายฝั่งค่อนข้างมากทำให้มีปริมาณแอมโมเนียที่สูง ซึ่งจะส่งผลให้แหล่งน้ำบริเวณนั้นมีความเป็นพิษมาก หรืออาจจะมาจากการที่สถานีที่ 1 มีความโปร่งแสง ค่าความเค็ม หรือค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืด ทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตช้าจึงเกิดอัตราการตายของหอยแมลงภู่น้ำจืดในสถานีที่ 1 สูงกว่าอีกทั้ง 2 สถานี

ตารางที่ 14 สรุปคุณภาพน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยแมลงภู่วิถีแบบธรรมชาติ บริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี จังหวัดชุมพร ในเดือนมีนาคม เมษายน และพฤษภาคม

คุณภาพน้ำ	สถานที่ทำการทดลอง			P-value
	สถานี 1	สถานี 2	สถานี 3	
ความลึกของน้ำ (m)	2.60±0.000	2.60±0.000	2±0.000	1
ความโปร่งแสงของน้ำ (m)	0.87±0.058	0.99±0.019	1.12±0.038	0.033
อุณหภูมิของน้ำ (°C)	31.11±0.127	29.87±0.096	31.07±0.404	0.28
ความเค็มของน้ำ (ppt)	19.78± 0.38	24.56± 0.577	29.45 ±0.718	0.018
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	6.77±0.057	8.26±0.033	8.09±0.018	0.062
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	4.43±0.30	5.09±0.30	5.44±0.30	0.038
ปริมาณสารตะกอนแขวนลอยในน้ำ (mg/l)	33.88±4.906	30.57±2.659	32.53±2.057	0.041
ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ (µg-atN/l)	0.46±0.01	0.17±0.01	0.07±0.00	0.043
ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ (µg-atN/l)	11.31±1.38	4.62±0.72	2.47±0.39	0.928
ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ (µg-atN/l)	11.54±0.20	2.64±0.36	0.90±0.43	1
ปริมาณฟอสเฟตในน้ำ (µg-atP/l)	0.45±0.03	0.18±0.17	0.04±0.01	0.031
ปริมาณซิลิกาในน้ำ (µg-atSi/l)	156.62±1.53	88.31±2.84	41.68±0.62	0.848
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำ (mg/m³)	3.87±0.63	3.32±1.21	2.82±0.27	0.592

บรรณานุกรม

- คเชนทร ฉลิมวัฒน์. 2544. การเพาะเลี้ยงหอย. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา. 253 หน้า
- ดร.พรสุข จงประสิทธิ์. 2547. ติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล. กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 57 หน้า
- ธัญพร ทรัพย์สมบูรณ์และคณะ. 2550. การทำประมงในอ่าวทุ่งคา-สวี. กรมทรัพยากรทางทะเลและ
ชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 35 หน้า.
- วันทนา อยู่สุข. 2541. หอยทะเล. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะประมง,
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล.
- สุจินต์ ดีแท้. 2524. สมุทรศาสตร์เคมี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 203 หน้า





ภาคผนวก (ก)



ภาคผนวก (ข)

ตารางผนวกที่ 1 คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี ในเดือนมีนาคม

St.	ความลึก (m)	โปร่ง แสง (m)	อุณหภูมิ (°C)	ความ เค็ม (ppt)	pH	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	NO ₂ (µg-atN/l)	NO ₃ (□g- atN/l)	NH ₃ (□g-atN/l)	PO ₄ (µg- atSi/l)	Si (µg- atSi/l)	Chlorophyll a (mg/m ³)
T ₁ R ₁	2.60	0.90	31.20	20.00	6.74	4.37	36.60	0.45	12.55	11.26	0.48	154.93	4.47
T ₁ R ₂	2.60	0.80	31.10	19.00	6.98	4.29	32.90	0.45	11.57	11.21	0.43	157.24	4.15
T ₁ R ₃	2.60	0.90	31.20	20.00	6.75	4.22	37.60	0.46	9.53	11.43	0.43	157.94	4.25
ค่าเฉลี่ย	2.60	0.87	31.17	19.67	6.82	4.29	35.70	0.46	11.21	11.30	0.45	156.70	4.29
Stan deviation	0.000	0.058	0.058	0.577	0.136	0.075	2.476	0.003	1.541	0.116	0.030	1.573	0.163
T ₂ R ₁	2.60	1.00	29.80	24.00	8.36	5.37	29.90	0.17	3.36	2.36	0.22	82.92	4.73
T ₂ R ₂	2.60	0.90	30.10	24.00	8.23	5.41	29.60	0.16	4.79	2.53	0.26	89.42	2.47
T ₂ R ₃	2.60	1.00	29.80	25.00	8.29	4.98	35.10	0.18	5.20	2.78	0.22	90.17	4.43
ค่าเฉลี่ย	2.60	0.97	29.90	24.33	8.29	5.25	31.53	0.17	4.45	2.56	0.23	87.50	3.88
Stan deviation	0.000	0.058	0.173	0.577	0.065	0.238	3.092	0.010	0.966	0.211	0.025	3.989	1.228
T ₃ R ₁	2.00	1.10	31.30	28.00	8.12	5.82	32.40	0.08	2.64	1.25	0.03	41.71	2.47
T ₃ R ₂	2.00	1.30	31.30	29.00	8.14	5.67	32.10	0.08	2.63	0.65	0.03	41.41	2.93
T ₃ R ₃	2.00	1.10	30.60	30.00	8.10	5.73	29.90	0.07	2.92	0.62	0.04	41.44	2.97
ค่าเฉลี่ย	2.00	1.17	31.07	29.00	8.12	5.74	31.47	0.08	2.73	0.84	0.03	41.52	2.79
Stan deviation	0.000	0.115	0.404	1.000	0.020	0.075	1.365	0.002	0.165	0.357	0.002	0.166	0.278

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา- สวี ในเดือนเมษายน

St.	ความลึก (m)	โปร่ง แสง (m)	อุณหภูมิ (°C)	ความ เค็ม (ppt)	pH	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	NO ₂ (µg-atN/l)	NO ₃ (□g- atN/l)	NH ₃ (□g-atN/l)	PO ₄ (µg- atSi/l)	Si (µg- atSi/l)	Chlorophyll a (mg/m³)
T ₁ R ₁	2.60	0.90	31.20	20.00	6.74	4.67	39.60	0.47	12.54	11.86	0.48	154.99	1.17
T ₁ R ₂	2.60	0.80	31.10	20.00	6.74	4.22	32.60	0.43	11.57	11.81	0.44	157.29	4.15
T ₁ R ₃	2.60	0.90	31.20	20.00	6.74	4.32	27.60	0.45	9.53	11.41	0.44	157.93	4.15
ค่าเฉลี่ย	2.60	0.87	31.17	20.00	6.74	4.40	33.27	0.45	11.21	11.69	0.45	156.74	3.16
Stan deviation	0.000	0.058	0.058	0.000	0.000	0.236	6.028	0.021	1.540	0.246	0.025	1.544	1.723
T ₂ R ₁	2.60	1.00	29.80	25.00	8.26	5.27	29.40	0.15	3.37	2.36	0.12	82.94	4.73
T ₂ R ₂	2.60	1.00	29.90	24.00	8.23	5.71	27.60	0.18	4.79	2.59	0.17	89.48	2.47
T ₂ R ₃	2.60	1.00	29.80	25.00	8.26	4.92	35.60	0.18	5.21	3.78	0.20	90.37	ND
ค่าเฉลี่ย	2.60	1.00	29.83	24.67	8.25	5.30	30.87	0.17	4.46	2.91	0.16	87.60	3.60
Stan deviation	0.000	0.000	0.058	0.577	0.017	0.396	4.197	0.017	0.966	0.763	0.043	4.059	2.368
T ₃ R ₁	2.00	1.10	31.30	30.00	8.07	4.82	38.40	0.06	2.65	2.25	0.07	41.72	2.48
T ₃ R ₂	2.00	1.10	31.30	29.00	8.07	5.27	32.80	0.07	2.61	0.66	0.02	43.41	2.99
T ₃ R ₃	2.00	1.10	30.60	30.00	8.10	5.71	29.20	0.08	0.92	0.69	0.01	40.44	2.97
ค่าเฉลี่ย	2.00	1.10	31.07	29.67	8.08	5.27	33.47	0.07	2.06	1.20	0.03	41.86	2.82
Stan deviation	0.000	0.000	0.404	0.577	0.017	0.445	4.636	0.009	0.987	0.912	0.035	1.492	0.291

ตารางผนวกที่ 3 คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวทุ่งคา-สวี ในเดือนพฤษภาคม

St.	ความลึก (m)	โปร่งแสง (m)	อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	pH	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	NO ₂ (µg-atN/l)	NO ₃ (µg-atN/l)	NH ₃ (µg-atN/l)	PO ₄ (µg-atSi/l)	Si (µg-atSi/l)	Chlorophyll a (mg/m ³)
T ₁ R ₁	2.60	0.90	31.20	20.00	6.74	5.27	39.60	0.47	12.54	11.59	0.47	156.33	4.15
T ₁ R ₂	2.60	0.80	30.70	19.00	6.80	4.34	27.60	0.45	11.57	11.86	0.48	154.99	4.18
T ₁ R ₃	2.60	0.90	31.10	20.00	6.74	4.22	30.80	0.45	10.44	11.41	0.44	157.93	4.15
ค่าเฉลี่ย	2.60	0.87	31.00	19.67	6.76	4.61	32.67	0.46	11.52	11.62	0.46	156.42	4.16
Stan deviation	0.000	0.058	0.265	0.577	0.035	0.575	6.214	0.013	1.055	0.226	0.022	1.470	0.015
T ₂ R ₁	2.60	1.00	29.80	25.00	8.26	4.43	29.40	0.18	4.89	2.36	0.12	89.48	2.46
T ₂ R ₂	2.60	1.00	29.90	24.00	8.23	4.82	28.58	0.17	4.79	2.59	0.17	89.63	2.54
T ₂ R ₃	2.60	1.00	29.90	25.00	8.26	4.92	29.95	0.18	5.21	2.44	0.18	90.37	2.47
ค่าเฉลี่ย	2.60	1.00	29.87	24.67	8.25	4.72	29.31	0.18	4.96	2.46	0.15	89.83	2.49
Stan deviation	0.000	0.000	0.058	0.577	0.017	0.259	0.689	0.006	0.218	0.114	0.033	0.480	0.045
T ₃ R ₁	2.00	1.10	31.30	30.00	8.07	5.11	32.46	0.07	2.64	0.64	0.07	41.72	2.58
T ₃ R ₂	2.00	1.10	31.30	29.00	8.07	5.27	32.80	0.08	2.61	0.66	0.07	41.83	2.99
T ₃ R ₃	2.00	1.10	30.60	30.00	8.10	5.71	32.65	0.08	2.64	0.68	0.07	41.47	2.96
ค่าเฉลี่ย	2.00	1.10	31.07	29.67	8.08	5.36	32.64	0.07	2.63	0.66	0.07	41.67	2.85
Stan deviation	0.000	0.000	0.404	0.577	0.017	0.311	0.170	0.003	0.018	0.018	0.003	0.186	0.231

ตารางผนวกที่ 4 ตาราง Descriptive การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติในเดือนมีนาคม

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความลึก	1	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	2	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	3	3	2.0000	.00000	.00000	2.0000	2.0000	2.00	2.00
	Total	9	2.4000	.30000	.10000	2.1694	2.6306	2.00	2.60
โปร่งแสง	1	3	.8667	.05774	.03333	.7232	1.0101	.80	.90
	2	3	.9667	.05774	.03333	.8232	1.1101	.90	1.00
	3	3	1.1667	.11547	.06667	.8798	1.4535	1.10	1.30
	Total	9	1.0000	.15000	.05000	.8847	1.1153	.80	1.30
อุณหภูมิ	1	3	31.1667	.05774	.03333	31.0232	31.3101	31.10	31.20
	2	3	29.9000	.17321	.10000	29.4697	30.3303	29.80	30.10
	3	3	31.0667	.40415	.23333	30.0627	32.0706	30.60	31.30
	Total	9	30.7111	.64893	.21631	30.2123	31.2099	29.80	31.30
ความเค็ม	1	3	19.6667	.57735	.33333	18.2324	21.1009	19.00	20.00
	2	3	24.3333	.57735	.33333	22.8991	25.7676	24.00	25.00
	3	3	29.0000	1.00000	.57735	26.5159	31.4841	28.00	30.00
	Total	9	24.3333	4.09268	1.36423	21.1874	27.4792	19.00	30.00
pH	1	3	6.8233	.13577	.07839	6.4861	7.1606	6.74	6.98
	2	3	8.2933	.06506	.03756	8.1317	8.4550	8.23	8.36
	3	3	8.1200	.02000	.01155	8.0703	8.1697	8.10	8.14
	Total	9	7.7456	.69986	.23329	7.2076	8.2835	6.74	8.36
DO	1	3	4.2933	.07506	.04333	4.1069	4.4798	4.22	4.37
	2	3	5.2533	.23756	.13715	4.6632	5.8435	4.98	5.41
	3	3	5.7400	.07550	.04359	5.5525	5.9275	5.67	5.82
	Total	9	5.0956	.65066	.21689	4.5954	5.5957	4.22	5.82
TSS	1	3	35.7000	2.47588	1.42945	29.5496	41.8504	32.90	37.60

NO ₂	2	3	31.5333	3.09246	1.78543	23.8512	39.2154	29.60	35.10
	3	3	31.4667	1.36504	.78811	28.0757	34.8576	29.90	32.40
	Total	9	32.9000	2.96648	.98883	30.6198	35.1802	29.60	37.60
	1	3	.4533	.00577	.00333	.4390	.4677	.45	.46
	2	3	.1700	.01000	.00577	.1452	.1948	.16	.18
	3	3	.0767	.00577	.00333	.0623	.0910	.07	.08
	Total	9	.2333	.17000	.05667	.1027	.3640	.07	.46
NO ₃	1	3	11.2167	1.54069	.88952	7.3894	15.0440	9.53	12.55
NH ₃	2	3	4.4500	.96597	.55770	2.0504	6.8496	3.36	5.20
	3	3	2.7300	.16462	.09504	2.3211	3.1389	2.63	2.92
	Total	9	6.1322	3.99120	1.33040	3.0643	9.2001	2.63	12.55
	1	3	11.3000	.11533	.06658	11.0135	11.5865	11.21	11.43
	2	3	2.5567	.21127	.12197	2.0319	3.0815	2.36	2.78
	3	3	.8400	.35539	.20518	-.0428	1.7228	.62	1.25
	Total	9	4.8989	4.86278	1.62093	1.1610	8.6368	.62	11.43
PO ₄	1	3	.4467	.02887	.01667	.3750	.5184	.43	.48
	2	3	.2333	.02309	.01333	.1760	.2907	.22	.26
	3	3	.0333	.00577	.00333	.0190	.0477	.03	.04
	Total	9	.2378	.17998	.05999	.0994	.3761	.03	.48
SI	1	3	156.7033	1.57513	.90940	152.7905	160.6162	154.93	157.94
	2	3	87.5033	3.98696	2.30187	77.5992	97.4075	82.92	90.17
	3	3	41.5200	.16523	.09539	41.1096	41.9304	41.41	41.71
	Total	9	95.2422	50.25823	16.75274	56.6103	133.8741	41.41	157.94
A	1	3	4.2900	.16371	.09452	3.8833	4.6967	4.15	4.47
	2	3	3.8767	1.22741	.70865	.8276	6.9257	2.47	4.73
	3	3	2.7900	.27785	.16042	2.0998	3.4802	2.47	2.97
	Total	9	3.6522	.92350	.30783	2.9424	4.3621	2.47	4.73

ตารางผนวกที่ 5 ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติในเดือนมีนาคม

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความลึก	Between Groups	.720	2	.360	.	.
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.720	8			
โปร่งแสง	Between Groups	.140	2	.070	10.500	.011
	Within Groups	.040	6	.007		
	Total	.180	8			
อุณหภูมิ	Between Groups	2.976	2	1.488	22.695	.002
	Within Groups	.393	6	.066		
	Total	3.369	8			
ความเค็ม	Between Groups	130.667	2	65.333	117.600	.000
	Within Groups	3.333	6	.556		
	Total	134.000	8			
pH	Between Groups	3.872	2	1.936	251.811	.000
	Within Groups	.046	6	.008		
	Total	3.918	8			
DO	Between Groups	3.251	2	1.626	71.967	.000
	Within Groups	.136	6	.023		
	Total	3.387	8			
TSS	Between Groups	35.287	2	17.643	3.015	.124
	Within Groups	35.113	6	5.852		
	Total	70.400	8			
NO ₂	Between	.231	2	.115	2077.800	.000

NO ₃	Groups					
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.231	8			
	Between Groups	120.770	2	60.385	54.337	.000
	Within Groups	6.668	6	1.111		
	Total	127.438	8			
NH ₃	Between Groups	188.804	2	94.402	1537.217	.000
	Within Groups	.368	6	.061		
	Total	189.173	8			
PO ₄	Between Groups	.256	2	.128	274.667	.000
	Within Groups	.003	6	.000		
	Total	.259	8			
SI	Between Groups	20170.307	2	10085.154	1643.946	.000
	Within Groups	36.808	6	6.135		
	Total	20207.116	8			
A	Between Groups	3.602	2	1.801	3.354	.105
	Within Groups	3.221	6	.537		
	Total	6.823	8			

ตารางผนวกที่ 6 ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนเมษายน

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความลึก	1	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	2	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	3	3	2.0000	.00000	.00000	2.0000	2.0000	2.00	2.00
	Total	9	2.4000	.30000	.10000	2.1694	2.6306	2.00	2.60
โปร่ง แสง	1	3	.8667	.05774	.03333	.7232	1.0101	.80	.90
	2	3	1.0000	.00000	.00000	1.0000	1.0000	1.00	1.00
	3	3	1.1000	.00000	.00000	1.1000	1.1000	1.10	1.10
	Total	9	.9889	.10541	.03514	.9079	1.0699	.80	1.10
อุณหภูมิ	1	3	31.1667	.05774	.03333	31.0232	31.3101	31.10	31.20
	2	3	29.8333	.05774	.03333	29.6899	29.9768	29.80	29.90
	3	3	31.0667	.40415	.23333	30.0627	32.0706	30.60	31.30
	Total	9	30.6889	.67536	.22512	30.1698	31.2080	29.80	31.30
ความเค็ม	1	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
	2	3	24.6667	.57735	.33333	23.2324	26.1009	24.00	25.00
	3	3	29.6667	.57735	.33333	28.2324	31.1009	29.00	30.00
	Total	9	24.7778	4.20648	1.40216	21.5444	28.0112	20.00	30.00
pH	1	3	6.7400	.00000	.00000	6.7400	6.7400	6.74	6.74
	2	3	8.2500	.01732	.01000	8.2070	8.2930	8.23	8.26
	3	3	8.0800	.01732	.01000	8.0370	8.1230	8.07	8.10
	Total	9	7.6900	.71640	.23880	7.1393	8.2407	6.74	8.26
DO	1	3	4.4033	.23629	.13642	3.8164	4.9903	4.22	4.67
	2	3	5.3000	.39585	.22855	4.3166	6.2834	4.92	5.71
	3	3	5.2667	.44501	.25693	4.1612	6.3721	4.82	5.71
	Total	9	4.9900	.54447	.18149	4.5715	5.4085	4.22	5.71
TSS	1	3	33.2667	6.02771	3.48010	18.2930	48.2403	27.60	39.60

NO ₂	2	3	30.8667	4.19682	2.42304	20.4412	41.2922	27.60	35.60
	3	3	33.4667	4.63609	2.67665	21.9500	44.9834	29.20	38.40
	Total	9	32.5333	4.51996	1.50665	29.0590	36.0077	27.60	39.60
	1	3	.4500	.02000	.01155	.4003	.4997	.43	.47
	2	3	.1700	.01732	.01000	.1270	.2130	.15	.18
	3	3	.0700	.01000	.00577	.0452	.0948	.06	.08
	Total	9	.2300	.17117	.05706	.0984	.3616	.06	.47
NO ₃	1	3	11.2133	1.53637	.88702	7.3968	15.0299	9.53	12.54
NH ₃	2	3	4.4567	.96423	.55670	2.0614	6.8519	3.37	5.21
	3	3	2.0600	.98747	.57012	-.3930	4.5130	.92	2.65
	Total	9	5.9100	4.23838	1.41279	2.6521	9.1679	.92	12.54
	1	3	11.6933	.24664	.14240	11.0806	12.3060	11.41	11.86
	2	3	2.9100	.76217	.44004	1.0167	4.8033	2.36	3.78
	3	3	1.2000	.90945	.52507	-1.0592	3.4592	.66	2.25
	Total	9	5.2678	4.91323	1.63774	1.4911	9.0444	.66	11.86
PO ₄	1	3	.4533	.02309	.01333	.3960	.5107	.44	.48
	2	3	.1633	.04041	.02333	.0629	.2637	.12	.20
	3	3	.0333	.03215	.01856	-.0465	.1132	.01	.07
	Total	9	.2167	.18835	.06278	.0719	.3614	.01	.48
SI	1	3	156.7367	1.54613	.89266	152.8959	160.5775	154.99	157.93
	2	3	87.5967	4.05727	2.34247	77.5179	97.6755	82.94	90.37
	3	3	41.8567	1.48971	.86008	38.1560	45.5573	40.44	43.41
	Total	9	95.3967	50.13986	16.71329	56.8558	133.9376	40.44	157.93
A	1	3	3.1567	1.72050	.99333	-1.1173	7.4306	1.17	4.15
	2	2	3.6000	1.59806	1.13000	-10.7580	17.9580	2.47	4.73
	3	3	2.8133	.28885	.16677	2.0958	3.5309	2.48	2.99
	Total	8	3.1388	1.15790	.40938	2.1707	4.1068	1.17	4.73

ตารางผนวกที่ 7 ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนเมษายน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความลึก	Between Groups	.720	2	.360	.	.
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.720	8			
โปร่งแสง	Between Groups	.082	2	.041	37.000	.000
	Within Groups	.007	6	.001		
	Total	.089	8			
อุณหภูมิ	Between Groups	3.309	2	1.654	29.196	.001
	Within Groups	.340	6	.057		
	Total	3.649	8			
ความเค็ม	Between Groups	140.222	2	70.111	315.500	.000
	Within Groups	1.333	6	.222		
	Total	141.556	8			
pH	Between Groups	4.105	2	2.052	10261.500	.000
	Within Groups	.001	6	.000		
	Total	4.106	8			
DO	Between Groups	1.550	2	.775	5.665	.042
	Within Groups	.821	6	.137		
	Total	2.372	8			
TSS	Between Groups	12.560	2	6.280	.250	.787
	Within Groups	150.880	6	25.147		
	Total	163.440	8			

NO ₂	Between Groups	.233	2	.116	436.500	.000
	Within Groups	.002	6	.000		
	Total	.234	8			
NO ₃	Between Groups	135.180	2	67.590	47.540	.000
	Within Groups	8.531	6	1.422		
	Total	143.711	8			
NH ₃	Between Groups	190.181	2	95.091	194.216	.000
	Within Groups	2.938	6	.490		
	Total	193.119	8			
PO ₄	Between Groups	.277	2	.139	130.031	.000
	Within Groups	.006	6	.001		
	Total	.284	8			
SI	Between Groups	20069.902	2	10034.951	1428.720	.000
	Within Groups	42.142	6	7.024		
	Total	20112.044	8			
A	Between Groups	.744	2	.372	.215	.813
	Within Groups	8.641	5	1.728		
	Total	9.385	7			

ตารางผนวกที่ 8 ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนพฤษภาคม

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความลึก	1	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	2	3	2.6000	.00000	.00000	2.6000	2.6000	2.60	2.60
	3	3	2.0000	.00000	.00000	2.0000	2.0000	2.00	2.00
	Total	9	2.4000	.30000	.10000	2.1694	2.6306	2.00	2.60
โปร่งแสง	1	3	.8667	.05774	.03333	.7232	1.0101	.80	.90
	2	3	1.0000	.00000	.00000	1.0000	1.0000	1.00	1.00
	3	3	1.1000	.00000	.00000	1.1000	1.1000	1.10	1.10
	Total	9	.9889	.10541	.03514	.9079	1.0699	.80	1.10
อุณหภูมิ	1	3	31.0000	.26458	.15275	30.3428	31.6572	30.70	31.20
	2	3	29.8667	.05774	.03333	29.7232	30.0101	29.80	29.90
	3	3	31.0667	.40415	.23333	30.0627	32.0706	30.60	31.30
	Total	9	30.6444	.63268	.21089	30.1581	31.1308	29.80	31.30
ความเค็ม	1	3	19.6667	.57735	.33333	18.2324	21.1009	19.00	20.00
	2	3	24.6667	.57735	.33333	23.2324	26.1009	24.00	25.00
	3	3	29.6667	.57735	.33333	28.2324	31.1009	29.00	30.00
	Total	9	24.6667	4.35890	1.45297	21.3161	28.0172	19.00	30.00
pH	1	3	6.7600	.03464	.02000	6.6739	6.8461	6.74	6.80
	2	3	8.2500	.01732	.01000	8.2070	8.2930	8.23	8.26
	3	3	8.0800	.01732	.01000	8.0370	8.1230	8.07	8.10
	Total	9	7.6967	.70666	.23555	7.1535	8.2399	6.74	8.26
DO	1	3	4.6100	.57472	.33181	3.1823	6.0377	4.22	5.27
	2	3	4.7233	.25891	.14948	4.0802	5.3665	4.43	4.92
	3	3	5.3633	.31070	.17938	4.5915	6.1352	5.11	5.71
	Total	9	4.8989	.49720	.16573	4.5167	5.2811	4.22	5.71

TSS	1	3	32.6667	6.21396	3.58763	17.2303	48.1030	27.60	39.60
	2	3	29.3100	.68942	.39804	27.5974	31.0226	28.58	29.95
	3	3	32.6367	.17039	.09838	32.2134	33.0599	32.46	32.80
	Total	9	31.5378	3.54560	1.18187	28.8124	34.2632	27.60	39.60
NO ₂	1	3	.4567	.01155	.00667	.4280	.4854	.45	.47
	2	3	.1767	.00577	.00333	.1623	.1910	.17	.18
	3	3	.0767	.00577	.00333	.0623	.0910	.07	.08
	Total	9	.2367	.17073	.05691	.1054	.3679	.07	.47
NO ₃	1	3	11.5167	1.05102	.60680	8.9058	14.1275	10.44	12.54
	2	3	4.9633	.21939	.12667	4.4183	5.5083	4.79	5.21
	3	3	2.6300	.01732	.01000	2.5870	2.6730	2.61	2.64
Total		9	6.3700	4.02600	1.34200	3.2753	9.4647	2.61	12.54
NH ₃	1	3	11.6200	.22650	.13077	11.0574	12.1826	11.41	11.86
	2	3	2.4633	.11676	.06741	2.1733	2.7534	2.36	2.59
	3	3	.6600	.02000	.01155	.6103	.7097	.64	.68
	Total	9	4.9144	5.09103	1.69701	1.0011	8.8278	.64	11.86
PO ₄	1	3	.4633	.02082	.01202	.4116	.5150	.44	.48
	2	3	.1567	.03215	.01856	.0768	.2365	.12	.18
	3	3	.0700	.00000	.00000	.0700	.0700	.07	.07
	Total	9	.2300	.18000	.06000	.0916	.3684	.07	.48
SI	1	3	156.4167	1.47191	.84981	152.7602	160.0731	154.99	157.93
	2	3	89.8267	.47648	.27510	88.6430	91.0103	89.48	90.37
	3	3	41.6733	.18448	.10651	41.2151	42.1316	41.47	41.83
	Total	9	95.9722	49.90473	16.63491	57.6120	134.3324	41.47	157.93
A	1	3	4.1600	.01732	.01000	4.1170	4.2030	4.15	4.18
	2	3	2.4900	.04359	.02517	2.3817	2.5983	2.46	2.54
	3	3	2.8433	.22855	.13195	2.2756	3.4111	2.58	2.99
	Total	9	3.1644	.77106	.25702	2.5718	3.7571	2.46	4.18

ตารางผนวกที่ 9 ตาราง ANOVAการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในเดือนพฤษภาคม

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความลึก	Between Groups	.720	2	.360	.	.
	Within Groups	.000	6	.000		
	Total	.720	8			
โปร่งแสง	Between Groups	.082	2	.041	37.000	.000
	Within Groups	.007	6	.001		
	Total	.089	8			
อุณหภูมิ	Between Groups	2.729	2	1.364	17.296	.003
	Within Groups	.473	6	.079		
	Total	3.202	8			
ความเค็ม	Between Groups	150.000	2	75.000	225.000	.000
	Within Groups	2.000	6	.333		
	Total	152.000	8			
pH	Between Groups	3.991	2	1.996	3326.167	.000
	Within Groups	.004	6	.001		
	Total	3.995	8			
DO	Between Groups	.990	2	.495	3.007	.125
	Within Groups	.988	6	.165		
	Total	1.978	8			
TSS	Between Groups	22.335	2	11.167	.856	.471
	Within Groups					

NO ₂	Within Groups	78.235	6	13.039		
	Total	100.570	8			
	Between Groups	.233	2	.116	1746.000	.000
	Within Groups	.000	6	.000		
NO ₃	Total	.233	8			
	Between Groups	127.363	2	63.682	165.684	.000
	Within Groups	2.306	6	.384		
	Total	129.670	8			
NH ₃	Between Groups	207.218	2	103.609	4757.560	.000
	Within Groups	.131	6	.022		
	Total	207.349	8			
PO ₄	Between Groups	.256	2	.128	262.091	.000
	Within Groups	.003	6	.000		
	Total	.259	8			
SI	Between Groups	19919.004	2	9959.502	12307.837	.000
	Within Groups	4.855	6	.809		
	Total	19923.859	8			
A	Between Groups	4.647	2	2.324	128.066	.000
	Within Groups	.109	6	.018		
	Total	4.756	8			

ตารางผนวกที่ 10 ตาราง Descriptives การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในทั้ง 3 เดือน

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
สถานี	มีนาคม	9	2.0000	.86603	.28868	1.3343	2.6657	1.00	3.00
	เมษายน	9	2.0000	.86603	.28868	1.3343	2.6657	1.00	3.00
	พฤษภาคม	9	2.0000	.86603	.28868	1.3343	2.6657	1.00	3.00
	Total	27	2.0000	.83205	.16013	1.6709	2.3291	1.00	3.00
ความลึก	มีนาคม	9	2.4000	.30000	.10000	2.1694	2.6306	2.00	2.60
	เมษายน	9	2.1000	.75000	.25000	1.5235	2.6765	1.10	2.60
	พฤษภาคม	9	2.4000	.30000	.10000	2.1694	2.6306	2.00	2.60
	Total	27	2.3000	.49923	.09608	2.1025	2.4975	1.10	2.60
โปร่งแสง	มีนาคม	9	1.0000	.15000	.05000	.8847	1.1153	.80	1.30
	เมษายน	9	10.9778	15.06816	5.02272	-.6046	22.5602	.80	31.30
	พฤษภาคม	9	.9889	.10541	.03514	.9079	1.0699	.80	1.10
	Total	27	4.3222	9.63700	1.85464	.5100	8.1345	.80	31.30
อุณหภูมิ	มีนาคม	9	30.7111	.64893	.21631	30.2123	31.2099	29.80	31.30
	เมษายน	9	30.2222	.76938	.25646	29.6308	30.8136	29.00	31.20
	พฤษภาคม	9	30.6444	.63268	.21089	30.1581	31.1308	29.80	31.30
	Total	27	30.5259	.69537	.13382	30.2508	30.8010	29.00	31.30
ความเค็ม	มีนาคม	9	24.3333	4.09268	1.36423	21.1874	27.4792	19.00	30.00
	เมษายน	9	17.5822	7.41324	2.47108	11.8839	23.2805	8.07	25.00
	พฤษภาคม	9	24.6667	4.35890	1.45297	21.3161	28.0172	19.00	30.00
	Total	27	22.1941	6.24279	1.20143	19.7245	24.6636	8.07	30.00
pH	มีนาคม	9	7.7456	.69986	.23329	7.2076	8.2835	6.74	8.36
	เมษายน	9	6.7522	1.31090	.43697	5.7446	7.7599	4.82	8.26
	พฤษภาคม	9	7.6967	.70666	.23555	7.1535	8.2399	6.74	8.26
	Total	27	7.3981	1.02478	.19722	6.9928	7.8035	4.82	8.36

DO	มีนาคม	9	5.0956	.65066	.21689	4.5954	5.5957	4.22	5.82
	เมษายน	9	14.3900	14.50110	4.83370	3.2435	25.5365	4.22	38.40
	พฤษภาคม	9	4.8989	.49720	.16573	4.5167	5.2811	4.22	5.71
	Total	27	8.1281	9.23442	1.77717	4.4751	11.7812	4.22	38.40
TSS	มีนาคม	9	32.9000	2.96648	.98883	30.6198	35.1802	29.60	37.60
	เมษายน	9	21.4011	16.44729	5.48243	8.7586	34.0436	.06	39.60
	พฤษภาคม	9	31.5378	3.54560	1.18187	28.8124	34.2632	27.60	39.60
	Total	27	28.6130	10.82300	2.08289	24.3315	32.8944	.06	39.60
NO ₂	มีนาคม	9	.2333	.17000	.05667	.1027	.3640	.07	.46
	เมษายน	9	.8933	1.01206	.33735	.1154	1.6713	.15	2.65
	พฤษภาคม	9	.2367	.17073	.05691	.1054	.3679	.07	.47
	Total	27	.4544	.65806	.12664	.1941	.7148	.07	2.65
NO ₃	มีนาคม	9	6.1322	3.99120	1.33040	3.0643	9.2001	2.63	12.55
	เมษายน	9	5.6233	4.53817	1.51272	2.1350	9.1117	.66	12.54
	พฤษภาคม	9	6.3700	4.02600	1.34200	3.2753	9.4647	2.61	12.54
	Total	27	6.0419	4.04059	.77761	4.4434	7.6403	.66	12.55
NH ₃	มีนาคม	9	4.8989	4.86278	1.62093	1.1610	8.6368	.62	11.43
	เมษายน	9	4.8789	5.27569	1.75856	.8236	8.9341	.01	11.86
	พฤษภาคม	9	4.9144	5.09103	1.69701	1.0011	8.8278	.64	11.86
	Total	27	4.8974	4.88006	.93917	2.9669	6.8279	.01	11.86
PO ₄	มีนาคม	9	.2378	.17998	.05999	.0994	.3761	.03	.48
	เมษายน	9	14.1578	20.78791	6.92930	-1.8212	30.1368	.12	43.41
	พฤษภาคม	9	.2300	.18000	.06000	.0916	.3684	.07	.48
	Total	27	4.8752	13.33137	2.56562	-.3985	10.1489	.03	43.41
SI	มีนาคม	9	95.2422	50.25823	16.75274	56.6103	133.8741	41.41	157.94
	เมษายน	9	82.3822	66.80084	22.26695	31.0346	133.7299	2.48	157.93
	พฤษภาคม	9	95.9722	49.90473	16.63491	57.6120	134.3324	41.47	157.93
	Total	27	91.1989	54.37816	10.46508	69.6876	112.7102	2.48	157.94
A	มีนาคม	9	3.6522	.92350	.30783	2.9424	4.3621	2.47	4.73
	เมษายน	5	3.3340	1.47563	.65992	1.5018	5.1662	1.17	4.73
	พฤษภาคม	9	3.1644	.77106	.25702	2.5718	3.7571	2.46	4.18
	Total	23	3.3922	.98584	.20556	2.9659	3.8185	1.17	4.73

ตารางผนวกที่ 11 ตาราง ANOVA การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติ ในทั้ง 3 เดือน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
สถานี	Between Groups	.000	2	.000	.000	1.000
	Within Groups	18.000	24	.750		
	Total	18.000	26			
ความลึก	Between Groups	.540	2	.270	1.091	.352
	Within Groups	5.940	24	.248		
	Total	6.480	26			
โปร่งแสง	Between Groups	598.002	2	299.001	3.950	.033
	Within Groups	1816.664	24	75.694		
	Total	2414.667	26			
อุณหภูมิ	Between Groups	1.265	2	.633	1.343	.280
	Within Groups	11.307	24	.471		
	Total	12.572	26			
ความเค็ม	Between Groups	287.634	2	143.817	4.757	.018
	Within Groups	725.649	24	30.235		
	Total	1013.283	26			
pH	Between Groups	5.643	2	2.822	3.126	.062
	Within Groups	21.661	24	.903		
	Total	27.304	26			
DO	Between Groups	529.520	2	264.760	3.765	.038
	Within Groups					

TSS	Within Groups	1687.619	24	70.317		
	Total	2217.138	26			
	Between Groups	710.496	2	355.248	3.651	.041
	Within Groups	2335.077	24	97.295		
NO ₂	Total	3045.573	26			
	Between Groups	2.600	2	1.300	3.604	.043
	Within Groups	8.659	24	.361		
	Total	11.259	26			
NO ₃	Between Groups	2.619	2	1.310	.074	.928
	Within Groups	421.867	24	17.578		
	Total	424.486	26			
	Between Groups	.006	2	.003	.000	1.000
NH ₃	Within Groups	619.185	24	25.799		
	Total	619.191	26			
	Between Groups	1163.248	2	581.624	4.037	.031
	Within Groups	3457.615	24	144.067		
PO ₄	Total	4620.864	26			
	Between Groups	1051.802	2	525.901	.166	.848
	Within Groups	75829.791	24	3159.575		
	Total	76881.593	26			
SI	Between Groups	1.092	2	.546	.538	.592
	Within Groups	20.289	20	1.014		
	Total	21.381	22			
A	Between Groups					
	Within Groups					
	Total					

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายสิริชัย ชื้อสัตย์
 เกิดเมื่อ : 02 กุมภาพันธ์ 2519
 ประวัติการศึกษา : วทบ. สาขาวิชาการประมง พ.ศ. 2552
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร
 ประวัติการทำงาน : 2547-2552 ตรวจการประมง, กรมประมง

VITA

NAME : MR.SIRICHAJ SUESAT
DATH OF BIRTH : 02 FEBUARY 1976
EDUCATION : BACHELOR OF SCENCE AQUACULTURE OF
 FISHERY, 2009 MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON
WORK EXPERIENCE : 2003-2009 FISHERY PATROL,DEPARTMENT OF
 FISHERIES