

การตรวจติดตามคุณภาพน้ำทะเลชายหาดบางแสน กรณีศึกษา:ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู

Monitoring of the water quality at Bangsaen Beach

Case study: pink red tide phenomenon

ทิ้มพร กรรเจียก^{1*}, สุพัตรา ตะเหลบ¹ และ วันชัย วงศ์ดาวรรณ¹

Tikumporn Kunjek^{1*}, Supattra Taleb¹ and Wanchai Wongsudawan¹

บทคัดย่อ: การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายหาดบางแสน โดยทั่วไปจะเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียว แต่ในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2560 เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู จึงนำมาซึ่งการศึกษาครั้งนี้ เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 4 สถานี พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต และความหนาแน่นของแพลงก์ตอน พบว่า วันที่เกิดปรากฏการณ์ คุณภาพน้ำทะเลได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรต และ ฟอสเฟต มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ มีค่าเท่ากับ $710.7 \pm 1.34 \mu\text{g/L}$ $82.8 \pm 0.97 \mu\text{g/L}$ และ $529.3 \pm 3.66 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบมีความหนาแน่นสูง คือ *Noctiluca scintillans* ชนิดเดียวกับที่ทำให้เกิดน้ำทะเลสีเขียว แต่ภายในเซลล์ไม่พบ *Pedinomonas noctilucae* และจากการติดตามคุณภาพน้ำ พบว่าหลังเกิดปรากฏการณ์ 1 วัน คุณภาพน้ำเข้าสู่สภาวะปกติ ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล และไม่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนจนทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีได้

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำทะเล ,แพลงก์ตอนพืช ,น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู, ชายหาดบางแสน

ABSTRACT: Red tide phenomenon in Bangsaen Beach. Generally caused sea water turning green ,but on December 11, 2017 , the phenomenon changed sea water to pink. Therefore this study aimed to monitor water quality and biological factor. Water samplings were taken from 4 stations. The parameters investigated were salinity, temperature, pH, dissolve oxygen, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, silicate and Red tide plankton density. The results showed that ammonia, nitrate and phosphate were $710.7 \pm 1.34 \mu\text{g/L}$ $82.8 \pm 0.97 \mu\text{g/L}$ and $529.3 \pm 3.66 \mu\text{g/L}$, respectively, which were higher than standard of marine water quality for recreation. The highest density of phytoplankton was *Noctiluca scintillans* , which is the same species causing green sea water but without *Pedinomonas noctilucae* in the cell. Water quality monitoring after the phenomenon one day showed that the water quality was in standard of marine water quality and the density of plankton was not found until the color changed.

Keywords: water quality, phytoplankton, pink red tide, Bangsaen Beach

¹ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Institute of Marine Science, Burapha University, Chon Buri Province 20131

* Corresponding author: tikumporn.ku@buu.ac.th

บทนำ

ชายหาดบางแสนตั้งอยู่ใน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นแหล่งท่องเที่ยวชายฝั่งที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี โดยชายหาดยาวประมาณ 4 กิโลเมตรนับจากหาดวอนนภาจนถึงแหลมแท่น ประกอบด้วยทรัพยากรที่มีคุณค่าหลากหลายชนิด รวมทั้งระบบนิเวศมีความหลากหลายทั้งหาดทรายและหาดหิน เป็นแหล่งทำประมงพื้นบ้านที่สำคัญของชาวชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้ (อนุกุล และคณะ, 2560) นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยทรัพยากรสัตว์น้ำนานาชนิดรวมทั้งยังเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ หอยนางรม หอยแมลงภู่ ปลาเก๋า ปลากะพงขาว กุ้งกุลาดำ เป็นต้น (แววตา, 2541).

ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (red tide) หรือที่ชาวประมงเรียกว่า “ซีปลาว่าฟ” เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วมากกว่าปกติของแพลงก์ตอน เรียกว่า แพลงก์ตอนบานสะพรั่ง (bloom) จนทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีไปจากสีน้ำทะเลธรรมชาติ ทำให้มองเห็นเป็นสีเขียว สีแดง สีน้ำตาลแดง หรือสีเหลือง และเมื่อมีการบริโภคของแพลงก์ตอนจำนวนมาก ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการหายใจ และการย่อยสลายของแพลงก์ตอน ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนเกือบไม่มีอยู่เลย จึงทำให้ปลาและสัตว์ทะเลหลายชนิดตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไม่มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจและการดำรงชีวิต ซึ่งสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ยังไม่ทราบสาเหตุหรือกลไกที่แน่ชัด เพียงแต่ผลการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ว่าความถี่ในการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกิจกรรมมนุษย์บริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์สารจากน้ำเสียบ้านเรือน ชุมชน การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม (อัจฉราภรณ์ และคณะ, 2546)

บริเวณชายหาดบางแสนไปจนถึงบริเวณอ่าวอุดม ส่วนใหญ่เกิดจากแพลงก์ตอน กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) สกุล *Noctiluca scintillans* ทำให้น้ำทะเลบริเวณนั้นเป็นสีเขียว แต่เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ.2560 ได้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู ซึ่งในประเทศไทยมีการเกิดปรากฏการณ์นี้

น้อยครั้งมาก ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการตรวจติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเล และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลังจากบลูมบริเวณแหลมแท่น ถึง หาดวอนนภา ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาสาเหตุ แนวทางป้องกันแก้ไข และควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเล รวมทั้งเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นหลังเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา ชายหาดบางแสน บริเวณแหลมแท่น ถึง หาดวอนนภา โดยเก็บตัวอย่าง 4 สถานี ได้แก่ แหลมแท่น หน้าโรงแรมบางแสนเฮอริเทจ วงเวียนบางแสน และหาดวอนนภา (Figure 1) การตรวจสอบตำแหน่งสถานี ใช้เครื่องตรวจวัดพิกัดบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Garmin GPS 12)

การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ เมื่อเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ในวันที่การเกิดปรากฏการณ์และตรวจติดตามหลังจากนั้น 3 วัน เก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ kitahara สถานีละ 3 ข้ำ โดยพารามิเตอร์ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดด่าง ทำการตรวจสอบในพื้นที่เก็บตัวอย่าง ส่วนคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ไม่ได้ทันที ทำการเก็บตัวอย่างในถังน้ำแข็ง ก่อนนำตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร แอมโมเนีย โดยวิธีการของ Grasshoff et al (1983) ไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต โดยวิธีการของ Stickland and Parson (1972)

การศึกษานิต และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนด้วยวิธีการตักกรอง โดยตักน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งช่วงเวลาน้ำทะเลขึ้นสูงสุดที่ระดับความลึก 1 เมตร กรองผ่านถุงกรองขนาดตา 21 ไมครอน ปริมาตรน้ำไหลผ่านถุงกรองทั้งหมด 60 ลิตร และรักษาสภาพด้วยฟอร์ติไฮต์ 5 เปอร์เซนต์ นำไปตรวจสอบความหนาแน่นและความหลากหลายสกุลของแพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ภายในเวลา 24 ชั่วโมง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีชมพู กับในช่วงสถานการณ์ปกติ และวันที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเขียว

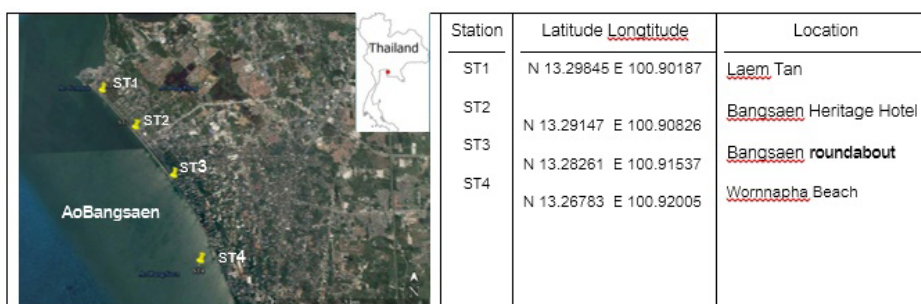


Figure 1 Sampling stations in Bangsaen Beach of Laem Tan to Wornnapha Beach

วันแรก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ S-N-K (Student – Newman – Keuls)

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำทะเลเมื่อเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู

คุณภาพน้ำทะเลพื้นฐาน ประกอบด้วย ความเค็ม อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย และความเป็นกรด-ด่าง พบว่า ทั้ง 4 พารามิเตอร์ มีคุณภาพน้ำเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) โดยความเค็มและความเป็นกรด-ด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู และไม่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี การศึกษาต่างๆ ในแต่ละพื้นที่แสดงให้เห็นว่าความต้องการความเค็มของ *N. Scintillans* แตกต่างกัน โดยความเค็มที่ทำให้เกิดการบลูมจนน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดงจะเท่ากับ 28 - 36 ppt (Huang and Qi, 1997 ;Tada et al., 2004 ;Ignatiades and Gotsis-Skretas, 2010) สารอาหารที่ทำการศึกษาได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเกต พบว่าแอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟตมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน สอดคล้องกับการรายงานของ อดิทยา และคณะ (2560) พบว่า ปริมาณแอมโมเนียและฟอสเฟตเป็นสารอาหารจำเป็นที่แพลงก์ตอนพืชมักนำไปใช้ เมื่อสารอาหารเหล่านี้เพิ่มขึ้นสูงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีแนวโน้มสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน และ Gao and Song, 2005 สรุปไว้ว่าฟอสเฟตเป็นสารอาหารที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อ

ให้เกิดปรากฏการณ์ที่ปลาวาฬ และแหล่งที่มาของฟอสเฟตนั้น มาจากการใช้ปุ๋ยทางการเกษตร น้ำทิ้งจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ส่วนแอมโมเนียในน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นหลังการปรากฏการณ์ เนื่องจากภายในเซลล์ *N. scintillans* มีแอมโมเนียสะสมอยู่ เมื่อมีการเจริญและตายลง จึงทำให้แอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น (Nguyen et al., 1997)

จากข้อมูลทางสถิติพบว่า สารอาหารมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู และไม่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี และจากการตรวจติดตามคุณภาพน้ำทั้ง 3 วัน พบว่าหลังจากปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพูเพียง 1 วัน คุณภาพน้ำส่วนใหญ่เข้าสู่สถานการณ์ปกติ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (Table 1)

ความหนาแน่นและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

หลังจากเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพูบริเวณชายหาดบางแสน ในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2560 พบเซลล์ *N. scintillans* เฉพาะวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2560 มีความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ย 133 เซลล์ต่อลิตร ในสถานีแหลมแท่น และหาดวอนนภา โดยในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2560 พบเซลล์แต่ไม่สามารถรายงานความหนาแน่น และความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชได้ เนื่องจากปรากฏการณ์เกิดขึ้นเป็นระยะเวลาดังนี้ การเก็บตัวอย่างน้ำทะเลทำได้เพียงเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลไม่สามารถดำเนินการเก็บตามวิธีการเก็บแพลงก์ตอนได้ทัน แต่ผู้ศึกษาทำการตรวจติดตามแพลงก์ตอนพืชหลังเกิดปรากฏการณ์ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน พบ

Table 1 Mean $\pm$ SD (N=12) of water quality of pink redtide phenomenon Compared to the green redtide phenomenon and normal situations in Bangsaen Beach (four stations).

Parameter	Situations						
	Standard value ¹	Pink redtide 11/12/2017	After 1 day 12/12/2017	After 2 day 13/12/2017	After 3 day 14/12/2017	Green redtide 01/08/2018	Normal 18/11/2017
Salinity (psu)	$\geq 10\%$ ²	30.4 ^b $\pm$ 0.25	31.5 ^{bc} $\pm$ 1.59	32.0 ^c $\pm$ 0.25	32.0 ^c $\pm$ 0.00	17.3 ^a $\pm$ 0.82	33.0 ^c $\pm$ 0.00
Temperature (°C)	≥ 2 ³	28.1 ^b $\pm$ 0.50	28.5 ^b $\pm$ 0.13	28.2 ^b $\pm$ 0.59	27.9 ^b $\pm$ 0.22	29.3 ^b $\pm$ 0.50	26.3 ^a $\pm$ 0.50
Dissolved Oxygen (mg/L)	>4	5.2 ^a $\pm$ 0.33	5.7 ^a $\pm$ 0.38	5.5 ^a $\pm$ 0.64	5.6 ^a $\pm$ 0.35	6.8 ^b $\pm$ 0.34	5.7 ^a $\pm$ 0.76
pH	7 - 8.5	6.2 ^a $\pm$ 0.05	8.1 ^c $\pm$ 0.10	8.1 ^c $\pm$ 0.08	7.8 ^b $\pm$ 0.08	7.8 ^b $\pm$ 0.17	8.1 ^c $\pm$ 0.82
Total ammonia (µg/L)	< 200	710.7 ^c $\pm$ 1.34	52.8 ^a $\pm$ 17.22	56.7 ^a $\pm$ 31.39	72.7 ^a $\pm$ 23.39	211.3 ^b $\pm$ 27.95	58.9 ^a $\pm$ 13.85
Nitrite (µg/L)	-	6.9 ^a $\pm$ 1.97	1.5 ^a $\pm$ 0.92	2.5 ^{ab} $\pm$ 2.26	5.5 ^b $\pm$ 2.67	20.7 ^c $\pm$ 1.72	2.8 ^{ab} $\pm$ 1.91
Nitrate (µg/L)	< 60	82.4 ^b $\pm$ 1.97	20.4 ^a $\pm$ 3.51	32.2 ^a $\pm$ 12.57	31.9 ^a $\pm$ 6.77	159.8 ^c $\pm$ 7.49	33.0 ^a $\pm$ 8.50
Phosphate (µg/L)	< 45	529.3 ^c $\pm$ 3.66	33.5 ^a $\pm$ 2.25	32.4 ^a $\pm$ 9.73	28.8 ^a $\pm$ 2.92	88.2 ^b $\pm$ 2.68	33.6 ^a $\pm$ 6.46
Silicate (µg/L)	-	264.7 ^a $\pm$ 103.47	259.0 ^a $\pm$ 80.22	284.7 ^a $\pm$ 108.62	530.6 ^b $\pm$ 113.17	2,005.3 ^b $\pm$ 217.48	126.6 ^a $\pm$ 51.05

The same letter indicates no statistically significant differences, Significant at P = 0.05

¹ Marine water quality standard of recreation areas (Pollution control department , 2017)

² any change shall not exceed 10% of the minimum salinity

³ an increase shall not exceed 2 °C from the natural temperature

ว่าความหนาแน่นและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช ตั้งแต่วันที่ 12 – 14 ธันวาคม พ.ศ.2560 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งสิ้น 58 สกุล ได้แก่ Class Cyanophyceae 2 สกุล Class Chlorophyceae 1 สกุล Class Bacillariophyceae 49 สกุล และ Class Dinophyceae 6 สกุล แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบ ได้แก่ *Chaetoceros*, *Cerataulina*, *Thalassiosira*, *Diploneis* และ *Pleurosigma* ความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ย 97.73×10^4 , 5.26×10^4 , 4.36×10^4 , 4.07×10^4 , 3.63×10^4 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบมีความหนาแน่นสูง คือ *N. scintillans* ชนิดเดียวกับที่ทำให้เกิดน้ำทะเลสีเขียว แต่ภายในเซลล์ไม่พบ *P. noctilucae* (Figure 2-c) สอดคล้องกับการศึกษาของ Okaichai et al.(1991) พบว่า หากไม่พบความสัมพันธ์แบบอาศัยร่วมกันของ *P. noctilucae* และ *N. scintillans* จะมองเห็นเซลล์ของ *N. scintillans* เป็นสีชมพูอ่อนอมแดง และในการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเป็นสีแดงในญี่ปุ่น (Tada et al. ,2004) เกาหลี (Lee et al. ,2009) จีน (Lin et al., 2010) เวียดนาม (Lam and Hai,1996) และ อินเดีย (Edward et al., 2009) เกิดจากกา

รบบของเซลล์ *N. scintillans* เช่นกัน ซึ่งจะแตกต่างกับ *N. Scintillans* สีเขียว ที่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ เนื่องจากมีแพลงก์ตอนพืชสีเขียวชนิด *P. noctilucae* อาศัยร่วมอยู่ด้วยภายในเซลล์ *N. Scintillans* สีแดง โดยการรบบของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต ชนิด *N. scintillans* ในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่สร้างสารพิษ ซึ่งสภาวะตามธรรมชาติของน่านน้ำเขตร้อน (Tropical zone) *N. Scintillans* จะมีแพลงก์ตอนพืชสีเขียวขนาดเล็กที่ชื่อว่า *P. noctilucae* อาศัยอยู่ร่วมด้วยภายในแควโอลของเซลล์ทำให้มองเห็นเซลล์ของ *N. Scintillans* เป็นสีเขียว (Okaichai et al,1991: Harrison et al., 2011) (Figure 2-b)

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูบริเวณชายหาดบางแสน คุณภาพน้ำทะเล แอมโมเนีย ไนเตรต และฟอสเฟต มีค่าสูงเกินกว่าคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการโดยแพลงก์ตอนพืชที่พบ คือเซลล์ *N. scintillans*

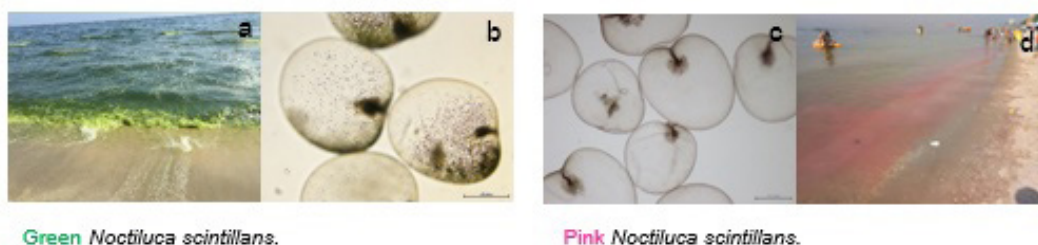


Figure 2 Green red tide phenomenon (a) pink red tide phenomenon (d) two forms of *Noctiluca scintillans*: the green form (b) with the endosymbiont *Pedinomonas noctilucae* and the heterotrophic pink form (c) in Bangsaen Beach.

ชนิดเดียวกับที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียว แต่ภายในไม่พบ *P. noctilucae* อาศัยร่วมกันภายในเซลล์จึงทำให้มองเห็นสีของน้ำทะเลเป็นสีชมพูอมแดง ซึ่งเป็นสีของเซลล์ *N. scintillans* โดยการตรวจติดตามคุณภาพน้ำเมื่อเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพูครั้งนี้ เกิดขึ้นในช่วงเวลาอันสั้น ดังนั้นจึงบอกได้เพียงว่าการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำหลังจากการเกิดปรากฏการณ์เป็นอย่างไร แต่ไม่สามารถบอกถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้นอย่างชัดเจน ควรทำการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลานานเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในทะเล

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานประจำ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา และขอขอบคุณ คุณฉลวย มุสิกูะ ในการอนุเคราะห์รูปถ่ายการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียว คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2560. มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลส่วนแหล่งน้ำทะเล. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

แนวตา ทองระอา. 2541. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบางประการ ในขณะเกิดปรากฏการณ์ที่ปลาวาฬบริเวณชายฝั่ง จังหวัด ชลบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 6: 35 – 52.

อนันต์ยา ดีสุข พรเทพ พรณรักษ์ และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุญ. 2560. การเปลี่ยนแปลงประชาคมของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาลบริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. หน้า 530-541. ใน: ประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 10 มีนาคม 2560. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, เจริญโชค จินตเศรษฐี, กมลเนตร โคกสูง, ศิราพร ทองอุดม และ ศุภชัย ยืนยง. 2560. กระแสน้ำบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2557 – 2558. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 22 :38-48.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุญ, อธิภา ศิวายพรหมณ์, ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, ชลธยา ทรงรูป และณัฐรัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546. การจำแนกชนิด สัตว์น้ำ และนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นตัวการให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี และแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารชีวพิษในประเทศไทย : ในการตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีประเทศไทย. สถาบันวิจัยทรัพยากรน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 1-41. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- Edward, J. K. P., Melkani, V. K., Thangaraja, M., and Wilhelmsson, D. 2009. A note on the algal bloom in Keezhakkarai coast of the Gulf of Mannar, southeastern India. *SDMRI Newsletter. South Indian Coastal Mar. Bull.*, 1: 14-15.
- Gao, X., and Song, J. 2005. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China. *Marine Pol. Bulletin*, 50: 327-335.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M., and Kremling, K. 1983. *Method of seawater analysis* 2nd ed. Rev. and extended ed. Weinheim: Verlag Chemie of Germany.
- Huang, C., and Qi, H. 1997. The abundance cycle and influence factors on red tide phenomena of *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in Dapeng Bay, the South China Sea. *J. Plankton Res.*, 19 (3): 303-318.
- Harrison, P. J., Furuya, K., Glibert, P. M., Xu, J., Liu, H. B., Yin, K., and Al-Azri, A. 2011. Geographical distribution of red and green *Noctiluca scintillans*. *CJOL.*, 29: 807-831.
- Ignatiades, L., and Gotsis-Skretas, A. O. 2010. review on toxic and harmful algae in Greek coastal waters. *E. Mediterranean Sea Toxins*, 2 (5): 1019-1037.
- Lam, N. N., and Hai, D. N. 1996. Harmful marine phytoplankton in Vietnam waters. In: Yasumoto T, Oshima Y, Fukuyo Y eds. *Harmful and Toxic Algal Blooms*. Intergov Oceanogr Comm UNESCO. 45-48.
- Lee, C. R., Kang, H. K., Noh, and J. H. 2009. Temporal and spatial variation of zooplankton community structure post construction of Saemangeum dyke. *Ocean Polar Res.*, 31(4): 327-338.
- Lin, F. A., Guan, C. J., and Lu, X. W. 2010. Effects of red tide events monitoring, existence questions and suggestions in coastal areas in recent years in China. *Mar. Environ. Sci.*, 29(1): 148-152. (in Chinese with English abstract)
- Nguyen, N.L., Doan, N.H., and Pham, T.V., 1997. Outbreak of *Noctiluca scintillans* (Mac.) Ehr. related to eutrophication in Vanphong-Bengoi Bay, Central Vietnam. In: Viger, G., Ong, K.S., McPherson, C., Millson, N., Watson, I., Tang, A. (Eds.), *Proceeding of the ASEAN-Canada Technical Conference on Marine Science* (24-28 June, 1996), Penang, Malaysia. EVS Environment Consultant, North Vancouver and Department of Fisheries Malaysia: *ASEAN Marine Environment Management: Quality Criteria and Monitoring for Aquatic Life and Human Health Protection*, pp. IX-29-35.
- Okaichi T, Ochi T, Tada K, Urai T, Wisesang S, Ishimaru T, Fukuyo Y. 1991. Isolation and culture of *Pedinomonas noctilucae*, a symbiont of *Noctiluca scintillans* of Gulf of Thailand. *Proc Second Westpac Symp*, Penang, Malaysia, 166-176.
- Pollution control department. 2017. *Marine water quality standard*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok.
- Stickland, J.D.H. and Parson, T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis* Ottawa: Fisheries research board of Canada.
- Tada, K., Pithakpol, S., and Montani, S. 2004. Seasonal variation in the abundance of *Noctiluca scintillans* in the Seto Inland Sea, Japan. *Plank. Biol. Ecol.*, 51: pp. 7-14.