

บทที่ 3

ผลการศึกษา

1. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในรอบปี

1.1. องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช

จากการจำแนกชนิดแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 สามารถจัดแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 10 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Blue-green algae) คริปโตโมแนด (Cryptomonads) ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellates) คอคโคลิโธฟอริธ (Coccolithophorids) ไครโซไฟต์ (Chrysophytes) ซิลิโคแฟลกเจลเลต (Silicoflagellates) ไดอะตอม (Diatoms) ยูกลีโนยด์ (Euglenoids) สาหร่ายสีเขียว (Green algae) และพวกแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (Unidentified flagellates) โดยแบ่งเป็นไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนซึ่งแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดนี้มีองค์ประกอบแตกต่างกันดังนี้

ไมโครแพลงก์ตอนที่พบมีทั้งหมด 70 สกุล ประกอบด้วย สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 8 สกุล คริปโตโมแนด 1 สกุล ไดโนแฟลกเจลเลต 9 สกุล ไครโซไฟต์ 1 สกุล ซิลิโคแฟลกเจลเลต 1 สกุล ไดอะตอม 27 สกุล สาหร่ายสีเขียว 19 สกุลและยูกลีโนยด์ 4 สกุล ส่วนที่ไม่สามารถจำแนกถึงระดับสกุล อีก 2 กลุ่ม คือ คอคโคลิโธฟอริธ 1 กลุ่มและพวกแฟลกเจลเลต 1 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในรอบปีพบว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* และ *Spirulina* spp. ไดอะตอมสกุล *Skeletonema*, *Thalassiosira* spp. และ *Nitzschia* spp. เป็นไมโครแพลงก์ตอนที่พบมากที่สุดในทุกเดือนที่ทำการศึกษา ส่วนไมโครแพลงก์ตอนที่พบน้อยมากและพบเพียงเดือนเดียวเท่านั้น ได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Noctiluca* พบเฉพาะในเดือนมกราคม 2541 สาหร่ายสีเขียวสกุล *Arthrodesmus* และไครโซไฟต์สกุล *Dinobryon* พบในเดือนพฤศจิกายน 2540 ไดอะตอมสกุล *Epithemia* และ *Pseudo-nitzschia* spp. พบในเดือนกรกฎาคม 2540 สาหร่ายสีเขียวสกุล *Ankistrodesmus* พบในเดือนกันยายน 2540 และแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้พบในเดือนกรกฎาคม 2541

สำหรับนาโนแพลงก์ตอนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ที่สามารถจำแนกถึงระดับสกุลได้มี 1 กลุ่ม คือ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว พบ 5 สกุล ส่วนที่จำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลต คอคโคลิโธฟอริธ ไดอะตอมแยกเป็น centric diatoms และ pennate diatoms สาหร่ายสีเขียวและพวกแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ดังแสดงในตารางที่ 7 โดย centric diatoms สาหร่ายสีเขียวและแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้เป็นนาโนแพลงก์ตอนที่พบมากที่สุดในทุกเดือน ส่วนนาโนแพลงก์ตอนที่พบในรอบวันเป็นครั้งคราวและพบเพียงเดือนเดียว ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Spirulina* พบในเดือนมีนาคม 2541 และคอคโคลิโธฟอริธพบเฉพาะในเดือนพฤศจิกายน 2540

ตารางที่ 6 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไมโครแพลงก์ตอนที่พบในรอบวันในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 [D คือ พบมากที่สุด (Dominant) ร้อยละ 80-100, A คือ พบชุกชุม (Abundant) ร้อยละ 60-79, F คือ พบบ่อย (Frequent) ร้อยละ 40-59, O คือ พบเป็นครั้งคราว (Occasional) ร้อยละ 20-39, R คือ พบน้อยมาก (Rare) ร้อยละ 10-19 และ NF คือ ไม่พบ (Not Found)]

ดิวิชั่น	กลุ่ม	เดือนที่พบ							
		ก.ค. 40	ก.ย. 40	พ.ย. 40	ม.ค. 41	มี.ค. 41	พ.ค. 41	ก.ค. 41	
Cyanophyta	Class Cyanophyceae (Blue-green algae)								
	Order Chroococcales								
	Family Chroococcaceae								
		<i>Aphanocapsa</i> spp.	NF	R	F	NF	R	NF	F
		<i>Merismopedia</i> spp.	R	D	D	F	R	NF	A
	Order Oscillatoriales								
	Family Oscillatoriaceae								
		<i>Arthrospira</i> spp.	R	F	R	F	A	F	F
		<i>Oscillatoria</i> spp.	D	D	D	D	D	D	D
		<i>Romeria</i> spp.	NF	D	F	O	O	R	A
		<i>Spirulina</i> spp.	D	D	D	D	D	D	D
	Order Nostocales								
	Family Nostocaceae								
		<i>Anabaena</i> spp.	A	D	D	F	F	A	D
	<i>Anabaenopsis</i> spp.	F	D	F	NF	O	O	A	
Chromophyta	Class Cryptophyceae (Cryptomonads)								
	Order Cryptomonadales								
	Family Cryptomonadaceae								
		<i>Cryptomonas</i> spp.	NF	F	NF	NF	NF	NF	O
	Class Dinophyceae (Dinoflagellates)								
	Order Prorocentrales								
	Family Prorocentraceae								
		<i>Prorocentrum</i> spp.	O	R	A	F	R	NF	R
	Order Dinophysiales								
	Family Dinophysiaceae								
	<i>Dinophysis</i> sp.	R	O	A	F	R	NF	F	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ดิวิชัน	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
	Order Gymnodiniales							
	Family Gymnodiniaceae							
	<i>Gymnodinium</i> spp.	F	A	D	F	F	R	F
	Order Noctilucales							
	Family Noctilucaceae							
	<i>Noctiluca</i> sp.	NF	NF	NF	R	NF	NF	NF
	Order Gonyaulacales							
	Family Ceratiaceae							
	<i>Ceratium</i> sp.	NF	F	F	D	NF	NF	O
	Family Goniodomataceae							
	<i>Alexandrium</i> sp.	NF	O	NF	O	NF	F	A
	Order Peridinales							
	Family Kolkwitiellaceae							
	<i>Diplopsalis</i> spp.	O	A	F	NF	F	NF	NF
	Family Peridiniaceae							
	<i>Peridinium</i> spp.	A	F	D	D	D	F	NF
	Family Protoperidiniaceae							
	<i>Protoperidinium</i> spp.	F	D	A	D	F	D	A
	Class Prymnesiophyceae							
	Order Coccolithophorales							
	Coccolithophorids	NF	F	NF	O	NF	NF	F
	Class Chrysophyceae (Chrysophytes)							
	Order Ochromonadales							
	Family Dinobryaceae							
	<i>Dinobryon</i> sp.	NF	NF	R	NF	NF	NF	NF
	Class Dictyochophyceae (Silicoflagellates)							
	Order Dictyochales							
	Family Dictyochaceae							
	<i>Dictyocha</i> sp.	NF	NF	R	NF	F	O	NF

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ดิวิชั่น	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
Class Bacillariophyceae (Diatoms)								
Order Biddulphiales (Centric diatoms)								
Suborder Cosinodiscineae								
Family Thalassiosiraceae								
	<i>Cyclotella</i> spp.	D	D	O	A	O	F	F
	<i>Lauderia</i> spp.	R	NF	NF	NF	R	NF	R
	<i>Skeletonema</i> sp.	D	D	D	D	D	D	D
	<i>Thalassiosira</i> spp.	D	D	D	D	D	D	D
Family Melosiraceae								
	<i>Paralia</i> sp.	NF	R	NF	NF	NF	R	NF
Family Leptocylindraceae								
	<i>Leptocylindrus</i> spp.	F	D	D	D	D	A	D
Family Coscinodiscaceae								
	<i>Coscinodiscus</i> spp.	A	F	O	R	O	O	F
Suborder Rhizosoleniineae								
Family Rhizosoleniaceae								
	<i>Rhizosolenia</i> spp.	D	R	D	D	D	F	F
Suborder Biddulphiineae								
Family Hemiaulaceae								
	<i>Eucampia</i> spp.	NF	NF	R	R	NF	NF	R
	<i>Hemiaulus</i> spp.	NF	NF	O	R	NF	NF	NF
Family Chaetocerotaceae								
	<i>Bacteriastrum</i> spp.	NF	NF	D	NF	O	R	F
	<i>Chaetoceros</i> spp.	NF	O	D	A	D	O	D
Family Eupodiscaceae								
	<i>Odontella</i> spp.	O	NF	F	O	A	F	O

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คิวชั้น	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
Order Bacillariales (Pennate diatoms)								
Suborder Fragilariineae								
Family Fragilariaceae								
	<i>Synedra</i> spp.	D	D	D	F	D	D	F
Family Thalassionemataceae								
	<i>Thalassionema</i> spp.	F	NF	NF	NF	F	D	NF
	<i>Thalassiothrix</i> spp.	O	NF	R	NF	R	NF	NF
Suborder Bacillariineae								
Family Cymbellaceae								
	<i>Cymbella</i> spp.	O	NF	NF	NF	NF	NF	R
Family Pinnulariaceae								
	<i>Pinnularia</i> spp.	R	NF	F	D	A	A	F
Family Naviculaceae								
	<i>Navicula</i> spp.	A	D	D	D	D	D	D
	<i>Pleurosigma</i> spp. & <i>Gyrosigma</i> spp.	D	A	D	D	D	F	D
Family Catenulaceae								
	<i>Amphora</i> spp.	NF	NF	R	NF	NF	NF	R
Family Bacillariaceae								
	<i>Bacillaria</i> spp.	NF	NF	F	R	R	NF	NF
	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	R	NF	NF	NF	NF	NF	NF
	<i>Nitzschia</i> spp.	D	D	D	D	D	D	D
Family Rhopalodiaceae								
	<i>Epithemia</i> sp.	R	NF	NF	NF	NF	NF	NF
Family Entomoneidaceae								
	<i>Entomoneis</i> spp.	D	NF	F	D	D	F	A
Family Surirellaceae								
	<i>Surirella</i> spp.	D	D	A	F	D	A	D

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ดิวิชั่น	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
Chlorophyta	Class Euglenophyceae (Euglenoids)							
	Order Euglenales							
	Family Euglenaceae							
	<i>Euglena</i> spp.	NF	D	D	R	F	R	A
	<i>Phacus</i> spp.	NF	O	A	NF	R	NF	F
	<i>Strombomonas</i> spp.	NF	F	F	NF	NF	NF	F
	<i>Trachelomonas</i> spp.	NF	D	D	O	NF	NF	D
	Class Chlorophyceae (Green algae)							
	Order Chlorococcales							
	Family Chlorococcaceae							
	<i>Tetraedron</i> spp.	NF	F	F	O	O	NF	A
	Family Oocystaceae							
	<i>Ankistrodesmus</i> spp.	NF	R	NF	NF	NF	NF	NF
	<i>Hyaloraphidium</i> spp.	NF	O	A	R	NF	NF	F
	<i>Monoraphidium</i> spp.	R	D	D	F	F	R	D
	<i>Oocystis</i> spp.	NF	O	R	NF	NF	NF	NF
	Family Radiococcaceae							
	<i>Coenochloris</i> spp.	NF	D	O	O	R	NF	F
	<i>Coenocystis</i> spp.	NF	O	R	NF	R	NF	R
	Family Dictyosphaeriaceae							
	<i>Dictyosphaerium</i> spp.	NF	A	D	F	F	O	D
	Family Scenedesmaceae							
	<i>Actinastrum</i> spp.	NF	NF	R	NF	R	NF	D
	<i>Coelastrum</i> spp.	NF	D	R	O	NF	NF	A
	<i>Crucigenia</i> spp.	O	D	D	A	F	R	D
	<i>Scenedesmus</i> spp.	O	D	D	F	D	F	D
	<i>Tetrastrum</i> spp.	NF	F	F	O	NF	NF	R

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ดิวิชั่น	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
	Family Hydrodictyaceae							
	<i>Pediastrum</i> spp.	NF	D	D	R	F	O	F
	<i>Soropediastrum</i> spp.	NF	NF	NF	NF	R	NF	O
	Order Ulotrichales							
	Family Ulotrichaceae							
	<i>Gloeoetila</i> spp.	NF	D	D	F	R	O	D
	Order Zygnematales (Conjugales)							
	Family Desmidiaceae							
	<i>Arthrodesmus</i> sp.	NF	NF	R	NF	NF	NF	NF
	<i>Closterium</i> spp.	NF	D	D	F	A	R	D
	<i>Staurastrum</i> spp.	NF	NF	O	NF	NF	NF	NF
	Unidentified flagellates	NF	NF	NF	NF	NF	NF	R

ตารางที่ 7 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มนาโนแพลงก์ตอนที่พบในรอบวันในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 [D คือ พบมากที่สุด (Dominant) ร้อยละ 80-100, A คือ พบชุกชุม (Abundant) ร้อยละ 60-79, F คือ พบบ่อย (Frequent) ร้อยละ 40-59, O คือ พบเป็นครั้งคราว (Occasional) ร้อยละ 20-39, R คือ พบน้อยมาก (Rare) ร้อยละ 10-19 และ NF คือ ไม่พบ (Not Found)]

ดิวิชั่น	กลุ่ม	เดือนที่พบ						
		ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.
		40	40	40	41	41	41	41
Cyanophyta	Class Cyanophyceae							
	Order Chroococcales							
	Family Chroococcaceae							
	<i>Merismopedia</i> spp.	R	F	NF	O	NF	R	D
	Order Oscillatoriales							
	Family Oscillatoriaceae							
	<i>Oscillatoria</i> spp.	D	D	D	A	D	D	D
	<i>Spirulina</i> spp.	NF	NF	NF	NF	O	NF	NF
	Order Nostocales							
	Family Nostocaceae							
<i>Anabaena</i> spp.	NF	F	F	O	R	NF	R	
<i>Anabaenopsis</i> spp.	R	NF	NF	NF	NF	R	R	
Chromophyta	Class Dinophyceae							
	Unidentified dinoflagellates	NF	F	F	F	F	O	D
	Class Prymnesiophyceae							
	Unidentified coccolithophorids	NF	NF	O	NF	NF	NF	NF
	Class Bacillariophyceae (Diatoms)							
	Order Biddulphiales (Centric diatoms)	D	D	D	D	D	D	D
Order Bacillariales (Pennate diatoms)	F	A	D	D	D	D	D	
Chlorophyta	Class Chlorophyceae							
	Unidentified green algae	D	D	D	D	D	D	D
Unidentified flagellates	D	D	D	D	D	D	D	

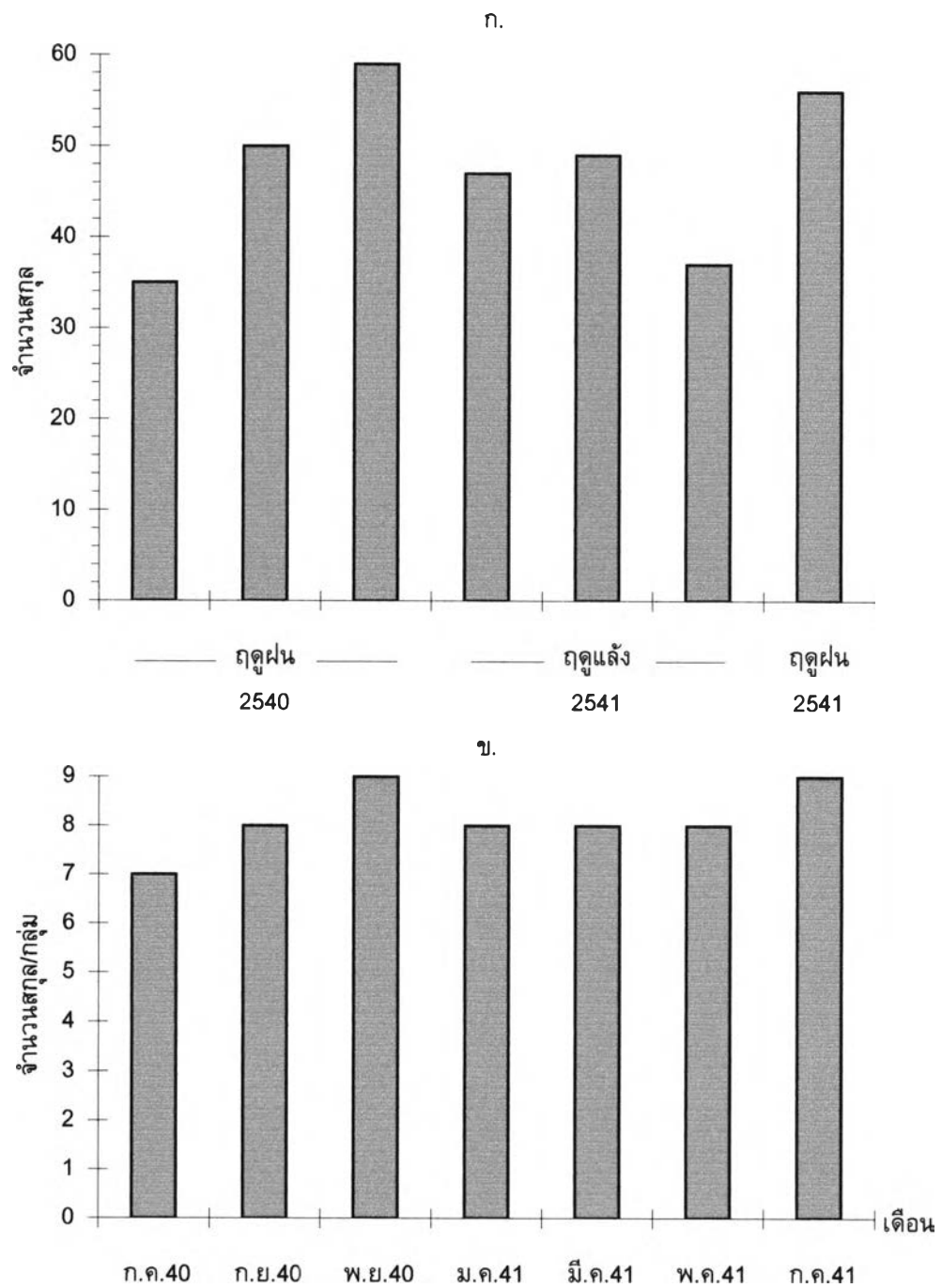
ความหลากหลายของจำนวนสกุล/กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชทั้งไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง โดยในฤดูฝน 2540 ไมโครแพลงก์ตอนมีความหลากหลายของจำนวนสกุลอยู่ในช่วง 35-59 สกุล รองลงมาในฤดูฝน 2541 พบ 56 สกุล ส่วนในฤดูแล้ง 2541 พบจำนวนสกุลอยู่ในช่วง 37-49 สกุล สำหรับความหลากหลายของจำนวนสกุล/กลุ่มของนาโนแพลงก์ตอนในฤดูฝน 2540 พบอยู่ในช่วง 7-9 สกุล/กลุ่ม ฤดูฝน 2541 พบ 9 สกุล/กลุ่ม และในฤดูแล้งพบ 8 สกุล/กลุ่มดังรูปที่ 6

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของจำนวนสกุล/กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มต่างๆพบว่า ไดอะตอมเป็นไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มที่มีสัดส่วนของจำนวนสกุลมากที่สุดโดยมากกว่าร้อยละ 30.00 ของจำนวนสกุลทั้งหมดแทบทุกฤดูกาลและในฤดูแล้งมีสัดส่วนของไดอะตอมมากกว่าในฤดูฝน ในฤดูแล้ง 2541 ไดอะตอมมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 38.30-48.65 (เฉลี่ยร้อยละ 42.67) ของจำนวนสกุลทั้งหมด รองลงมาคือฤดูฝน 2540 ร้อยละ 26.00-57.14 (เฉลี่ยร้อยละ 39.67) และฤดูฝน 2541 ร้อยละ 35.71 ของจำนวนสกุลทั้งหมด ตามลำดับ กลุ่มที่พบสัดส่วนของจำนวนสกุลรองลงมาจากไดอะตอมคือสาหร่ายสีเขียว โดยส่วนใหญ่พบว่าในฤดูฝนมีสัดส่วนของสาหร่ายสีเขียวมากกว่าในฤดูแล้ง ยกเว้นในฤดูฝน 2540 เดือนกรกฎาคม 2540 พบสาหร่ายสีเขียวมีสัดส่วนน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 8.57 ของจำนวนสกุลทั้งหมด ส่วนสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและไดโนแฟลกเจลเลตเป็นกลุ่มที่พบในสัดส่วนค่อนข้างคงที่ในทุกฤดูกาล เนื่องจากสามารถจำแนกนาโนแพลงก์ตอนเพียงบางกลุ่มได้ถึงระดับสกุลอัตราส่วนของจำนวนสกุล/กลุ่มของนาโนแพลงก์ตอนจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกันในแต่ละฤดู ยกเว้นในฤดูฝน 2540 เดือนกรกฎาคม 2540 ไม่พบไดโนแฟลกเจลเลตและเดือนพฤศจิกายน 2540 เป็นเดือนเดียวที่พบคอคโคลิโธฟอริธ (รูปที่ 7)

1.2. ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละฤดูมีลักษณะตรงข้ามกัน กล่าวคือในฤดูที่พบไมโครแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นสูงพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนต่ำโดยไมโครแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นสูงที่สุดในฤดูแล้ง 2541 ซึ่งเป็นช่วงที่นาโนแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นต่ำที่สุด โดยความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนในฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 5.30×10^5 - 2.69×10^7 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 2.12×10^7 เซลล์ต่อลิตร และฤดูฝน 2540 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.57×10^5 - 6.94×10^6 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนในเดือนมีนาคม พฤษภาคมและกรกฎาคม 2541 มีปริมาณค่อนข้างสูงโดยเฉลี่ยมากกว่า 10.00×10^6 เซลล์ต่อลิตร สำหรับนาโนแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งโดยสูงที่สุดในฤดูฝน 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 2.48×10^7 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาคือฤดูฝน 2540 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.24×10^7 - 1.60×10^7 เซลล์ต่อลิตร และในฤดูแล้ง 2541 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.41×10^6 - 1.35×10^7 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 8)

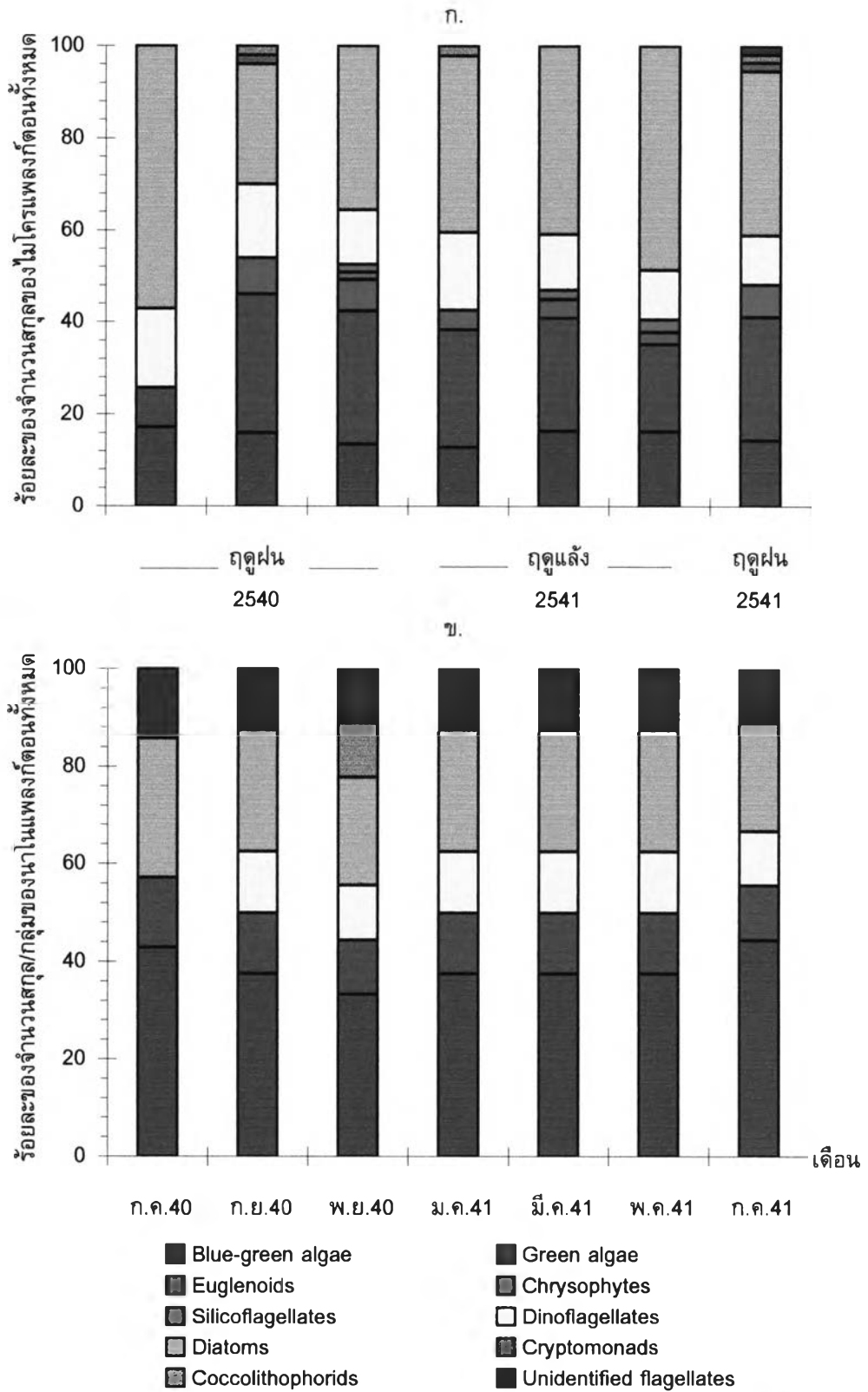
เมื่อพิจารณาอัตราส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มต่างๆพบว่าไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มต่างๆในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยไมโครแพลงก์ตอนมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดมีความหนาแน่นเฉลี่ยตลอดการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 59.43 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีความหนาแน่นสูงสุดในฤดูฝน 2540 คิดเป็นร้อยละ 72.30-96.49 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอนโดยเฉพาะในเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 มีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ



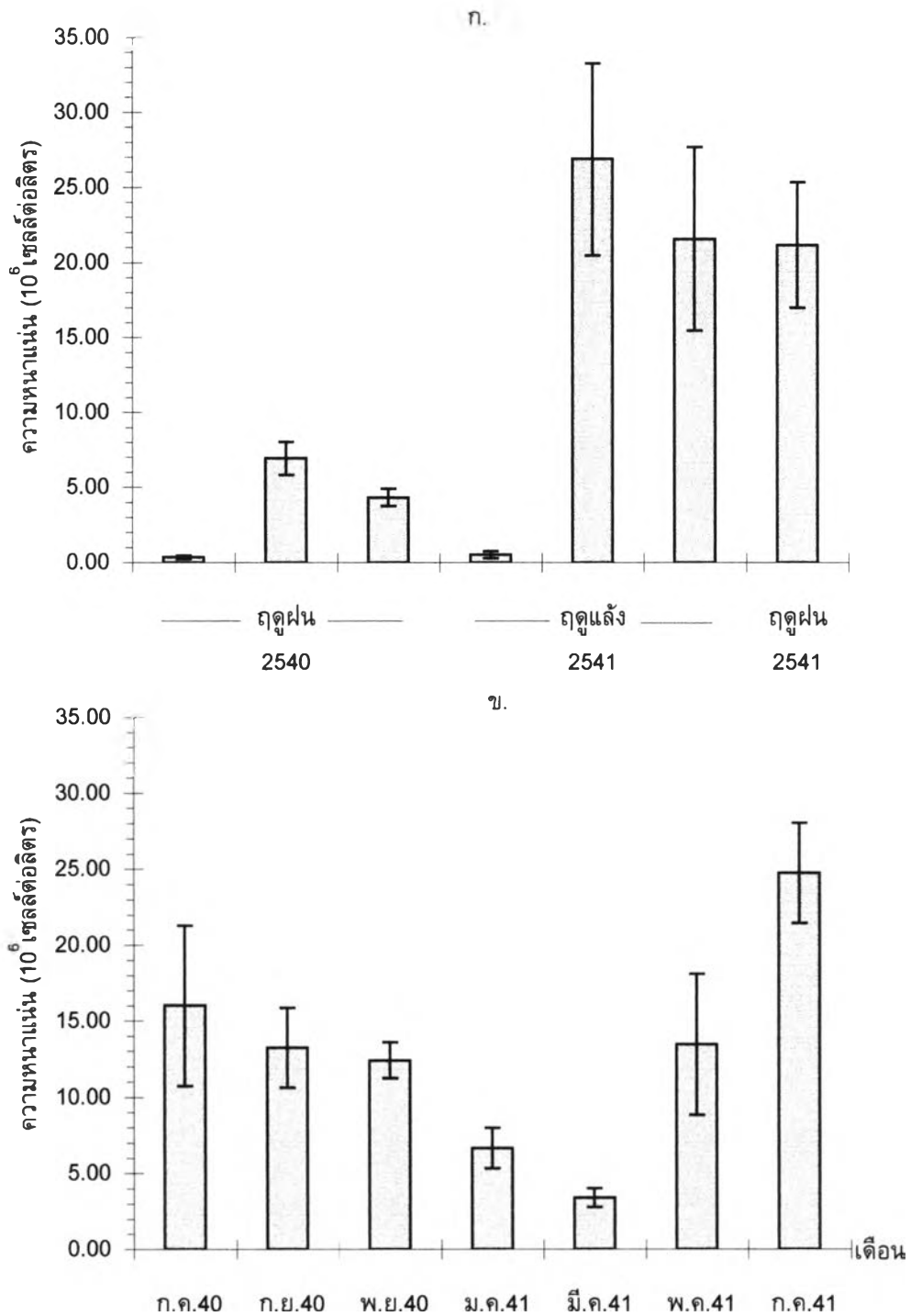
รูปที่ 6 จำนวนสกุส/กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน
จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ก. ไมโครแพลงก์ตอน

ข. นาโนแพลงก์ตอน



รูปที่ 7 สัดส่วนของจำนวนสกุล/กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541
 ก. ไมโครแพลงก์ตอน
 ข. นาโนแพลงก์ตอน



รูปที่ 8 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืช (10⁶ เซลล์ต่อลิตร) ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (แถบแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ก. ไมโครแพลงก์ตอน

ข. นาโนแพลงก์ตอน

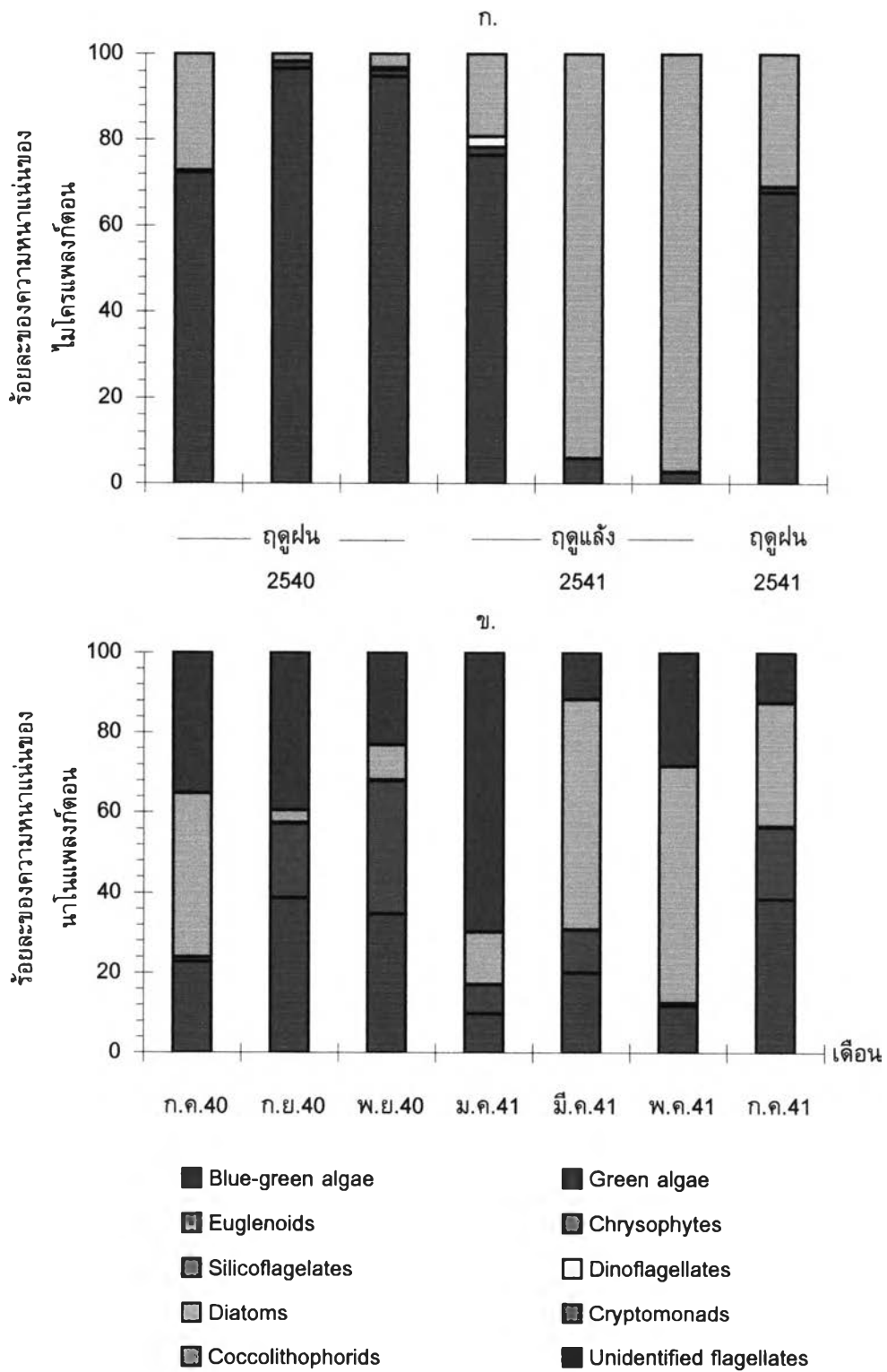
94.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมด ในฤดูฝน 2541 พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวร้อยละ 67.77 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ส่วนในฤดูแล้งพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในสัดส่วนที่น้อยกว่าฤดูฝน โดยในฤดูแล้ง 2541 พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวร้อยละ 2.61-76.33 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มที่มีความหนาแน่นรองมาจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว คือไดอะตอมโดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยตลอดการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 39.14 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ไดอะตอมมีความหนาแน่นสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 คิดเป็นร้อยละ 19.30-97.35 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอนโดยเฉพาะในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 มีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ 94.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน รองลงมาคือฤดูฝน 2541 พบไดอะตอมร้อยละ 30.93 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน และฤดูฝน 2540 พบไดอะตอมร้อยละ 1.78-27.22 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ส่วนสาหร่ายสีเขียว ไดโนแฟลกเจลเลต ยูกลีนาอยด์ ไครโซไฟต์ ซีลีโคแฟลกเจลเลต คริปโตโมแนด คอคโคลิโพรอริธ และพวกแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้พบน้อยมากไม่ถึงร้อยละ 1.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน สำหรับนาโนแพลงก์ตอนพบว่าตลอดการศึกษาแฟลกเจลเลตเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 31.46 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอน โดยแฟลกเจลเลตมีความหนาแน่นสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 คิดเป็นร้อยละ 11.72-69.75 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอน รองลงมาคือฤดูฝน 2540 ร้อยละ 23.10-39.41 และฤดูฝน 2541 ร้อยละ 12.56 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอนตามลำดับ กลุ่มที่พบรองมาจากแฟลกเจลเลตคือไดอะตอม สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว ไดโนแฟลกเจลเลต และคอคโคลิโพรอริธ ตามลำดับ โดยไดอะตอมพบสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 ร้อยละ 13.14-59.24 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอน สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสาหร่ายสีเขียวมีความหนาแน่นในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้ง โดยในช่วงฤดูฝนสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสาหร่ายสีเขียวมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงร้อยละ 22.70-38.67 และ 1.11-33.27 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอน ส่วนไดโนแฟลกเจลเลตและคอคโคลิโพรอริธมีความหนาแน่นในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งเช่นกัน แต่พบในปริมาณน้อยมากไม่ถึงร้อยละ 1.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของนาโนแพลงก์ตอน ดังรูปที่ 9

1.3. แพลงก์ตอนพืชสกุล/กลุ่มเด่น

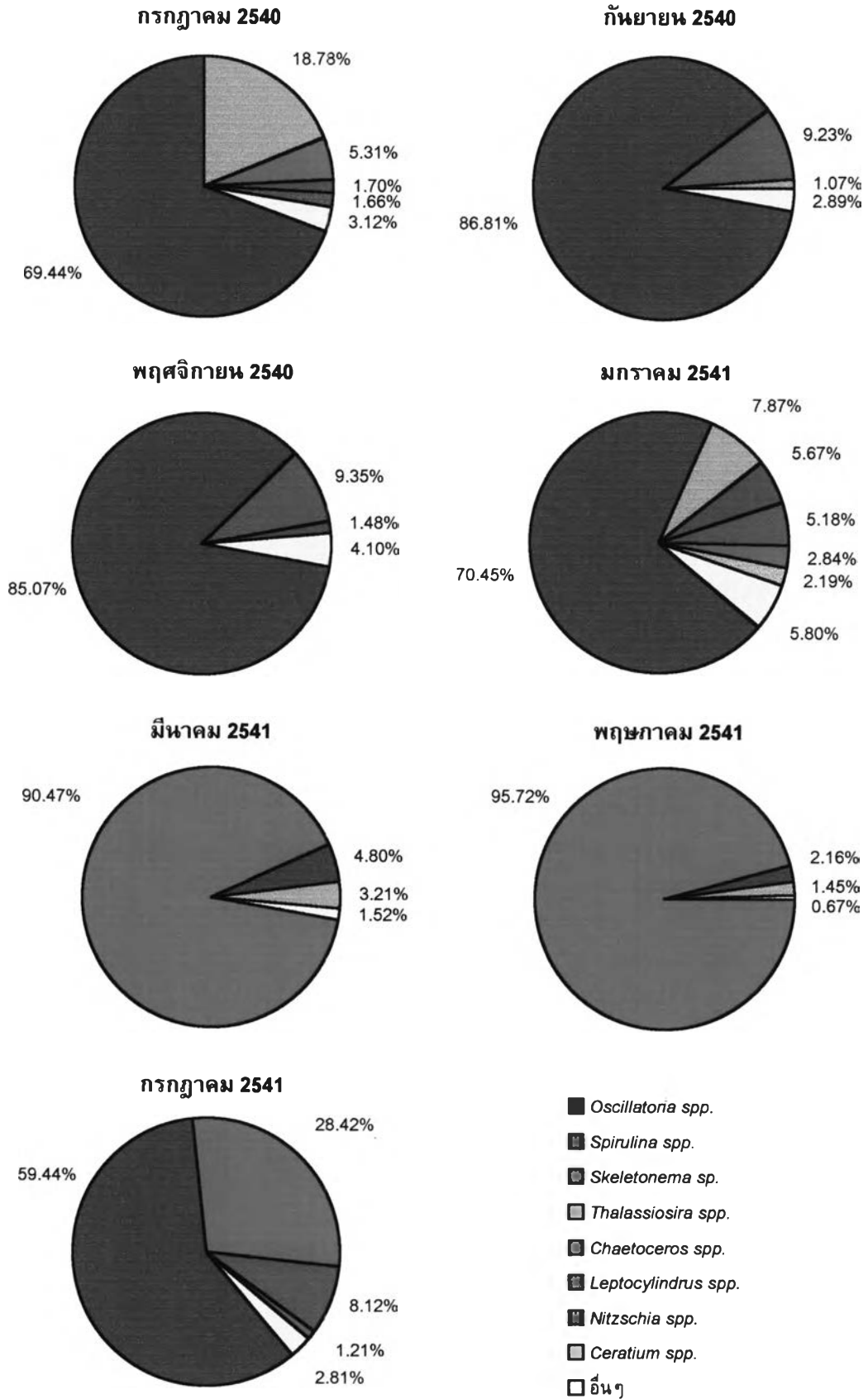
ก. ไมโครแพลงก์ตอน

ไมโครแพลงก์ตอนที่พบชุกชุมมากคือไดอะตอมสกุล *Skeletonema* มีความหนาแน่นรวมตลอดการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 62.41 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด รองลงมาคือสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* ร้อยละ 30.16 สกุล *Spirulina* ร้อยละ 3.77 และไดอะตอมสกุล *Thalassiosira* ร้อยละ 1.87 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด ตามลำดับ

องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นในแต่ละเดือนในรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่า *Skeletonema* sp. พบเป็นสกุลเด่นที่สุดในช่วงกลางและปลายฤดูแล้ง 2541 เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.47-95.72 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม



รูปที่ 9 ความหนาแน่นเป็นร้อยละของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง เดือนกรกฎาคม 2541
 ก. ไม่โครแพลงก์ตอน
 ข. นาโนแพลงก์ตอน



รูปที่ 10 องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

2541 *Skeletonema* sp. มีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ 90.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด *Oscillatoria* spp. พบเป็นสกุลเด่นที่สุดฤดูฝน 2540 ถึงต้นฤดูแล้ง 2541 โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 69.44-86.81 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด โดยเฉพาะในเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 *Oscillatoria* spp. มีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ 85.00 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด *Spirulina* spp. เป็นสกุลที่พบหนาแน่นในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง *Spirulina* spp. มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.70-9.35 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมดในฤดูฝน 2540 และร้อยละ 8.12 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมดในฤดูฝน 2541 *Thalassiosira* spp. เป็นสกุลที่พบได้แทบทุกฤดู โดยในฤดูฝน 2540 มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.07-18.78 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด และในฤดูแล้ง 2541 คิดเป็นร้อยละ 1.45-7.87 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด ลักษณะเซลล์ของไมโครแพลงก์ตอนที่พบเป็นสกุลเด่นได้แสดงไว้ในรูปที่ 11

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นในแต่ละเดือนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะองค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นและปริมาณของไมโครแพลงก์ตอนในแต่ละสกุลคือ

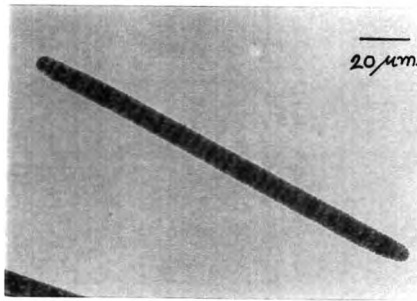
กลุ่มที่ 1 ช่วงที่พบ *Oscillatoria* spp. เป็นสกุลเด่นที่สุด โดยมีความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 50 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน ได้แก่ ฤดูฝน 2540 (เดือนกรกฎาคม กันยายนและพฤศจิกายน 2540) ฤดูแล้ง 2541 (เดือนมกราคม 2541) และฤดูฝน 2541 (เดือนกรกฎาคม 2541)

กลุ่มที่ 2 ช่วงที่พบ *Skeletonema* sp. เป็นสกุลเด่นที่สุด โดยมีความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 50 ของความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือน ได้แก่ ฤดูแล้ง 2541 ในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541

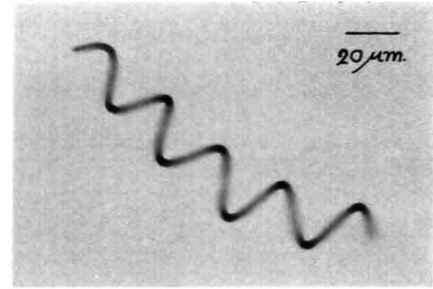
ข. นาโนแพลงก์ตอน

นาโนแพลงก์ตอนที่พบชุกชุมมากคือแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้มีความหนาแน่นรวมตลอดการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 28.58 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด centric diatoms ร้อยละ 28.56 สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* spp. ร้อยละ 27.48 และสาหร่ายสีเขียวร้อยละ 13.49 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด

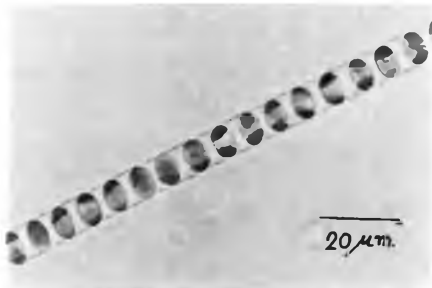
องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนสกุลเด่นในแต่ละเดือนดังแสดงในรูปที่ 12 ในต้นฤดูฝน 2540 centric diatoms และแฟลกเจลเลตเป็นนาโนแพลงก์ตอนกลุ่มที่มีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 40.67 และ 35.32 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด ตามลำดับ ในช่วงฤดูฝน 2540 centric diatoms และแฟลกเจลเลตมีความหนาแน่นลดลงในขณะที่สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* และสาหร่ายสีเขียวมีความหนาแน่นสูงขึ้น ในต้นฤดูแล้งแฟลกเจลเลตมีความหนาแน่นสูงขึ้นจนเป็นกลุ่มเด่นในเดือนนี้ โดยมีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 69.75 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง 2541 แฟลกเจลเลตมีความหนาแน่นลดลงและ centric diatoms มีความหนาแน่นสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 53.93-58.36 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด และ



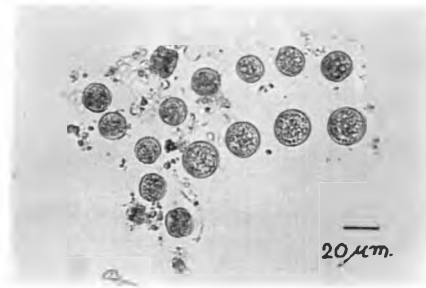
Oscillatoria sp.



Spirulina sp.



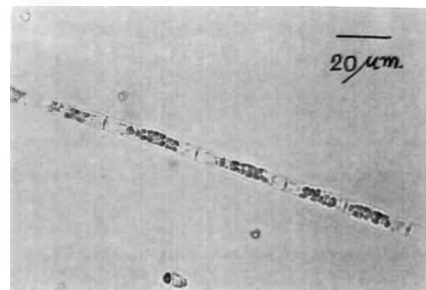
Skeletonema sp.



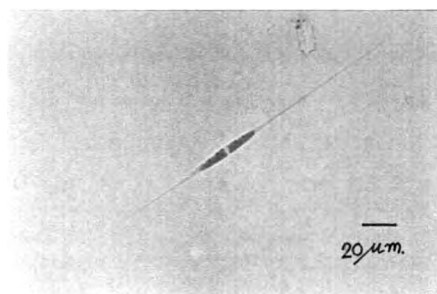
Thalassiosira sp.



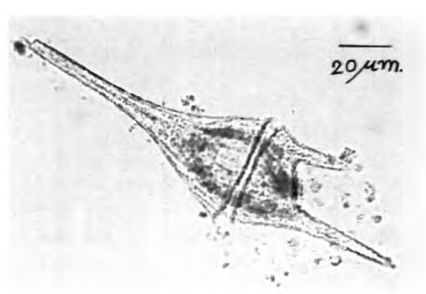
Chaetoceros sp.



Leptocylindrus sp.

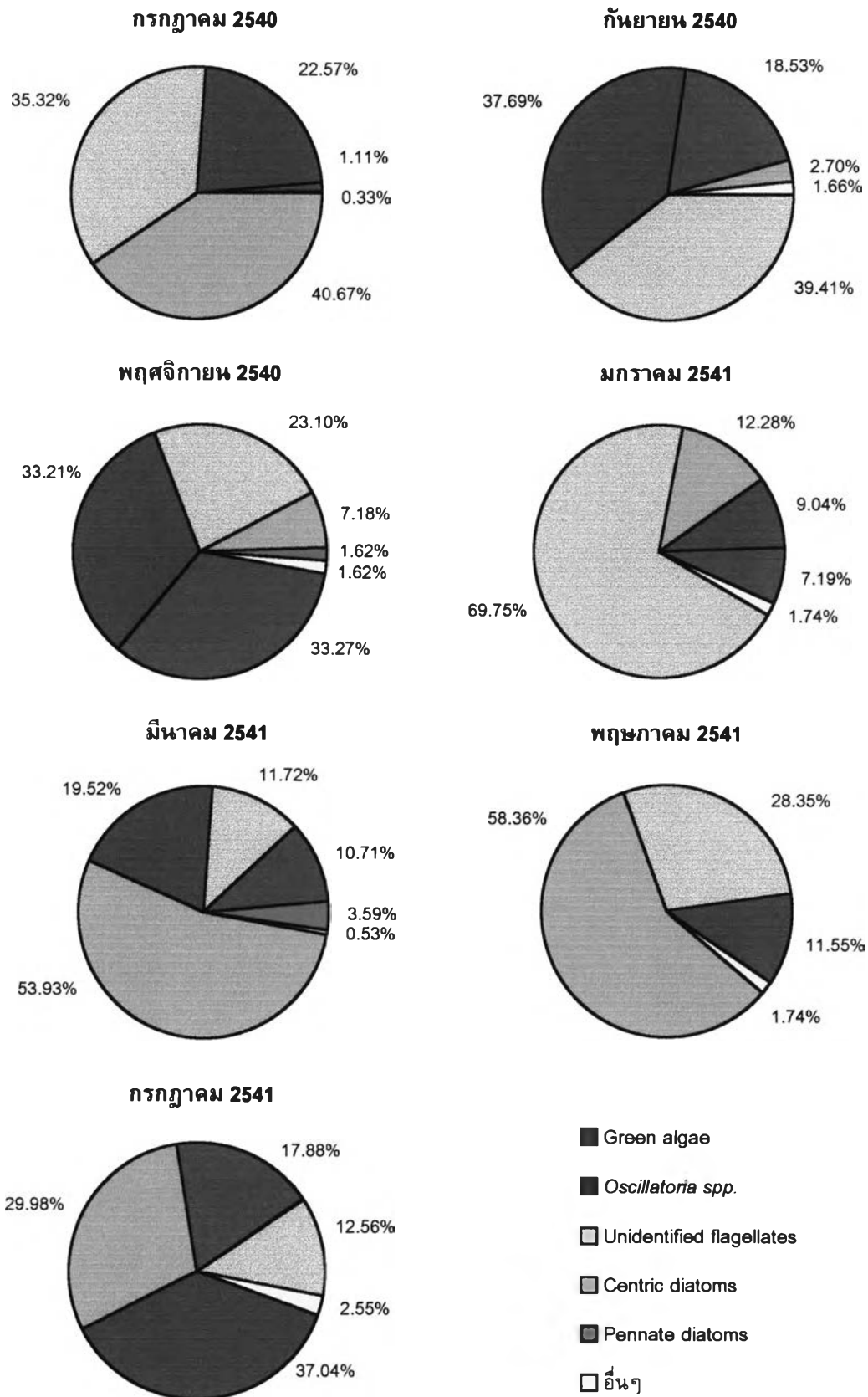


Nitzschia sp.



Ceratium sp.

รูปที่ 11 ไมโครแพลงก์ตอนที่พบเป็นสกุลเด่นในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 12 องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

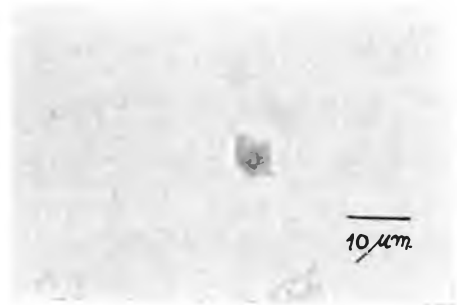
เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน 2541 centric diatoms เริ่มลดลงในขณะที่สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* และสาหร่ายสีเขียวมีความหนาแน่นสูงขึ้น ลักษณะของนาโนแพลงก์ตอนที่พบดังแสดงในรูปที่ 13

1.4. ธรรมชาติความหลากหลาย (H') และการกระจาย (J') ของแพลงก์ตอนพืช

จากการวิเคราะห์ธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายโดยใช้ข้อมูลจำนวนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุล/กลุ่มที่พบในแต่ละเดือน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 8 โดยธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของไมโครแพลงก์ตอนในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง การที่พบธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายต่ำในฤดูแล้ง 2541 เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 เป็นเพราะในช่วงนี้พบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืช 37-49 สกุล ซึ่งน้อยกว่าในฤดูอื่นและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมสกุล *Skeletonema* sp. มีมากกว่าไมโครแพลงก์ตอนสกุลอื่นมาก ทำให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลที่พบมีค่าแตกต่างกันมาก โดยในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 *Skeletonema* sp. มีความหนาแน่นมากถึงร้อยละ 90.47 และ 95.72 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ตามลำดับ (เมื่อพิจารณาธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของไมโครแพลงก์ตอนเฉพาะกลุ่มพบว่าไดอะตอมมีค่าธรรมชาติความหลากหลายต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 เนื่องด้วยการพบจำนวนสกุลของไมโครแพลงก์ตอนน้อยและมี *Skeletonema* sp. หนาแน่นสูงกว่าไดอะตอมสกุลอื่นเช่นกัน) สำหรับไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มอื่นมีค่าธรรมชาติความหลากหลายในระดับสกุลในแต่ละฤดูแตกต่างกัน สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีค่าธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายในฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูแล้งเนื่องจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* spp. มีความหนาแน่นสูงมากในช่วงฤดูฝนโดยในฤดูฝน 2540 มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 69.44-86.81 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน และในฤดูฝน 2541 มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 59.44 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน ไดโนแฟลกเจลเลตมีธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 โดยเฉพาะในเดือนมกราคม 2541 เนื่องจากในเดือนนี้ไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Ceratium* spp. มีความหนาแน่นมากกว่าไดโนแฟลกเจลเลตสกุลอื่นโดยมีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 91.34 ของความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตและพบความหนาแน่นของ *Ceratium* spp. คิดเป็นร้อยละ 2.19 ของความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งหมดของไมโครแพลงก์ตอน สาหร่ายสีเขียวมีธรรมชาติความหลากหลายต่ำสุดในฤดูฝน 2540 โดยเฉพาะเดือนกรกฎาคม 2540 เป็นเพราะในเดือนนี้พบสาหร่ายสีเขียวเพียง 3 สกุล ส่วนการกระจายของสาหร่ายสีเขียวในแต่ละฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่าสาหร่ายสีเขียวแต่ละสกุลมีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน สำหรับนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมดมีค่าธรรมชาติความหลากหลายและค่าการกระจายต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 เช่นกันซึ่งเป็นเพราะไดอะตอมมีความหนาแน่นมากกว่านาโนแพลงก์ตอนกลุ่มอื่น ๆ มาก โดย centric diatoms มีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 12.28-58.36 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมดและนาโนแพลงก์ตอนกลุ่มต่างๆมีความหนาแน่นแตกต่างกันมากในฤดูนี้



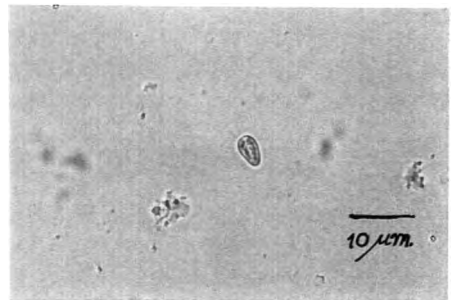
Unidentified flagellate



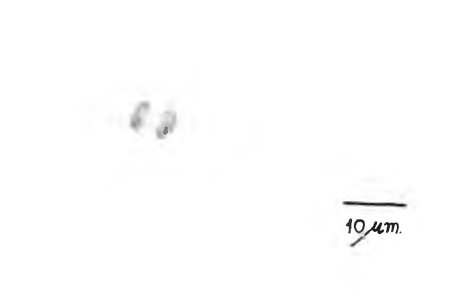
Unidentified flagellate



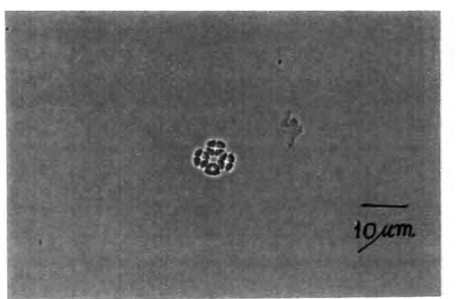
Unidentified flagellate



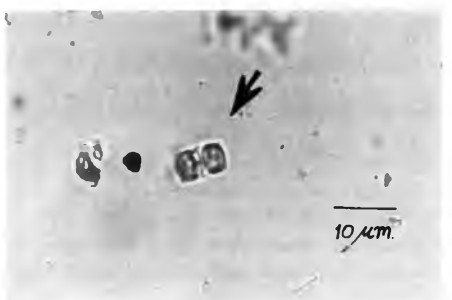
Unidentified flagellate



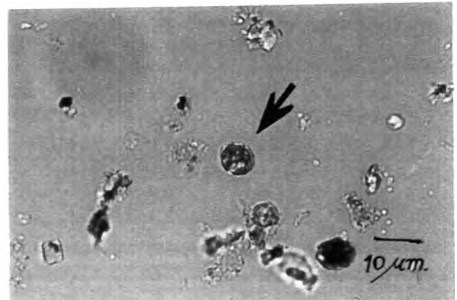
Green algae



Green algae



Centric diatom



Dinoflagellate

รูปที่ 13 นาโนแพลงก์ตอนที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ตารางที่ 8 ธรรมชาติความหลากหลาย (H') และการกระจาย (J') ของแมลงก้นดอที่พบในแต่ละเดือน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

แมลงก้นดอ		เดือนที่พบ						
		ก.ค.40	ก.ย.40	พ.ย.40	ม.ค.41	มี.ค.41	พ.ค.41	ก.ค.41
ไมโครแมลงก้นดอ (ระดับสกุล)	H'	0.46	0.25	0.29	0.54	0.19	0.10	0.47
	J'	0.30	0.15	0.16	0.33	0.11	0.06	0.27
<u>ไมโครแมลงก้นดอ</u>								
- สหรัยสีน้ำเงินแกมเขียว	H'	0.09	0.15	0.15	0.13	0.24	0.25	0.17
	J'	0.12	0.17	0.17	0.17	0.27	0.32	0.19
- ไดโนแฟลกเจลเลต	H'	0.68	0.63	0.26	0.18	0.62	0.43	0.54
	J'	0.87	0.69	0.31	0.20	0.79	0.71	0.70
- ไดอะตอม	H'	0.44	0.48	0.66	0.64	0.08	0.04	0.17
	J'	0.34	0.43	0.50	0.51	0.06	0.03	0.13
- สหรัยสีเขียว	H'	0.38	0.74	0.74	0.71	0.57	0.60	0.74
	J'	0.80	0.63	0.60	0.66	0.53	0.72	0.63
นาโนแมลงก้นดอ (ระดับกลุ่ม)	H'	0.49	0.51	0.58	0.42	0.55	0.43	0.59
	J'	0.70	0.66	0.69	0.54	0.71	0.56	0.76

1.5. มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

1.5.1. ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ

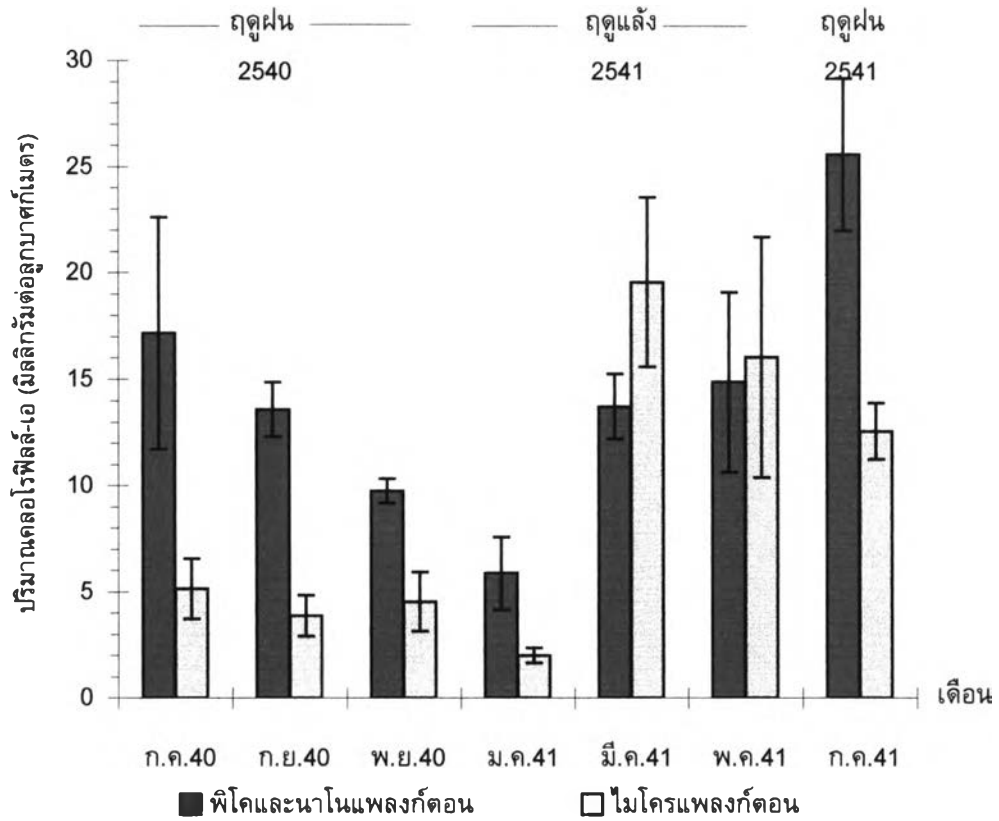
จากการศึกษามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์-เอของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชขนาด 0.7-200 ไมโครเมตร เท่ากับ 23.45 ± 4.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 38.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือฤดูแล้ง 2541 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.85-33.28 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และฤดูฝน 2540 เฉลี่ยอยู่ในช่วง 14.28-22.30 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดแตกต่างกันในแต่ละฤดูดังนี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอน (20-200 ไมโครเมตร) ในช่วงฤดูแล้ง 2541 และฤดูฝน 2541 มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยในฤดูแล้ง 2541 มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เออยู่ในช่วง 1.99-19.56 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ยเท่ากับ 12.53 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ส่วนในฤดูฝน 2541 มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ย 12.57 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนในฤดูฝน 2540 ไมโครแพลงก์ตอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.88-5.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพิโคและนาโนแพลงก์ตอน (0.7-20 ไมโครเมตร) ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งโดยสูงสุดในฤดูฝน 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 25.57 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือฤดูฝน 2540 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.75-17.16 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ยเท่ากับ 13.50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และในฤดูแล้ง 2541 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.86-14.85 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ยเท่ากับ 11.48 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ดังในรูปที่ 14

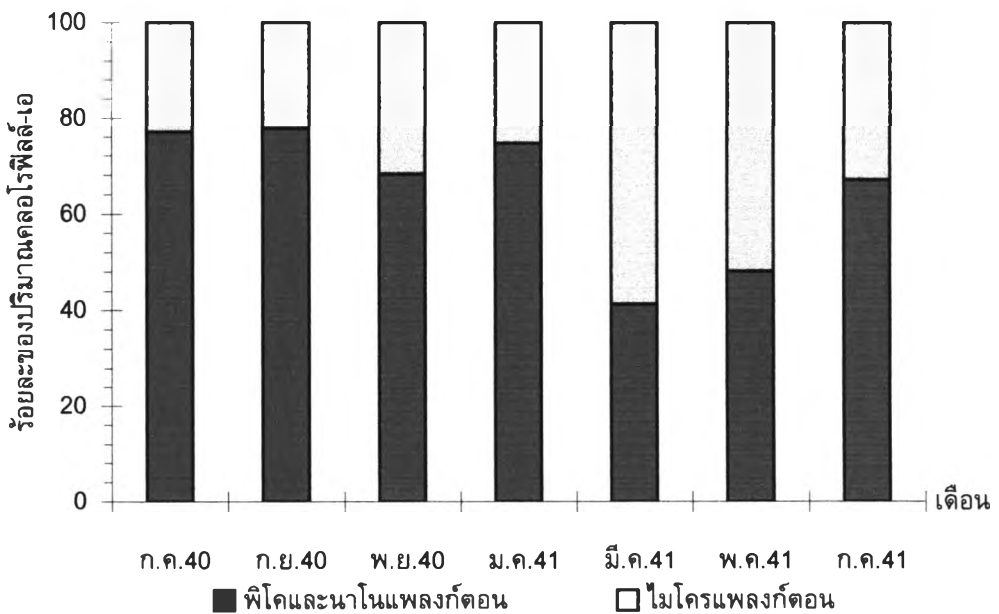
เมื่อพิจารณาสัดส่วนของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของแพลงก์ตอนแต่ละขนาดตลอดการศึกษาพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ยของพิโคและนาโนแพลงก์ตอนสูงกว่าไมโครแพลงก์ตอนโดยพิโคและนาโนแพลงก์ตอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.86 ของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอทั้งหมด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนคิดเป็นร้อยละ 35.14 ของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพิโคและนาโนแพลงก์ตอนมากกว่าไมโครแพลงก์ตอนแทบทุกฤดู ยกเว้นในฤดูแล้ง 2541 โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 พบว่าไมโครแพลงก์ตอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอมากกว่าพิโคและนาโนแพลงก์ตอนโดยมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50.00 ของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอทั้งหมด (รูปที่ 15)

1.5.2. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืช

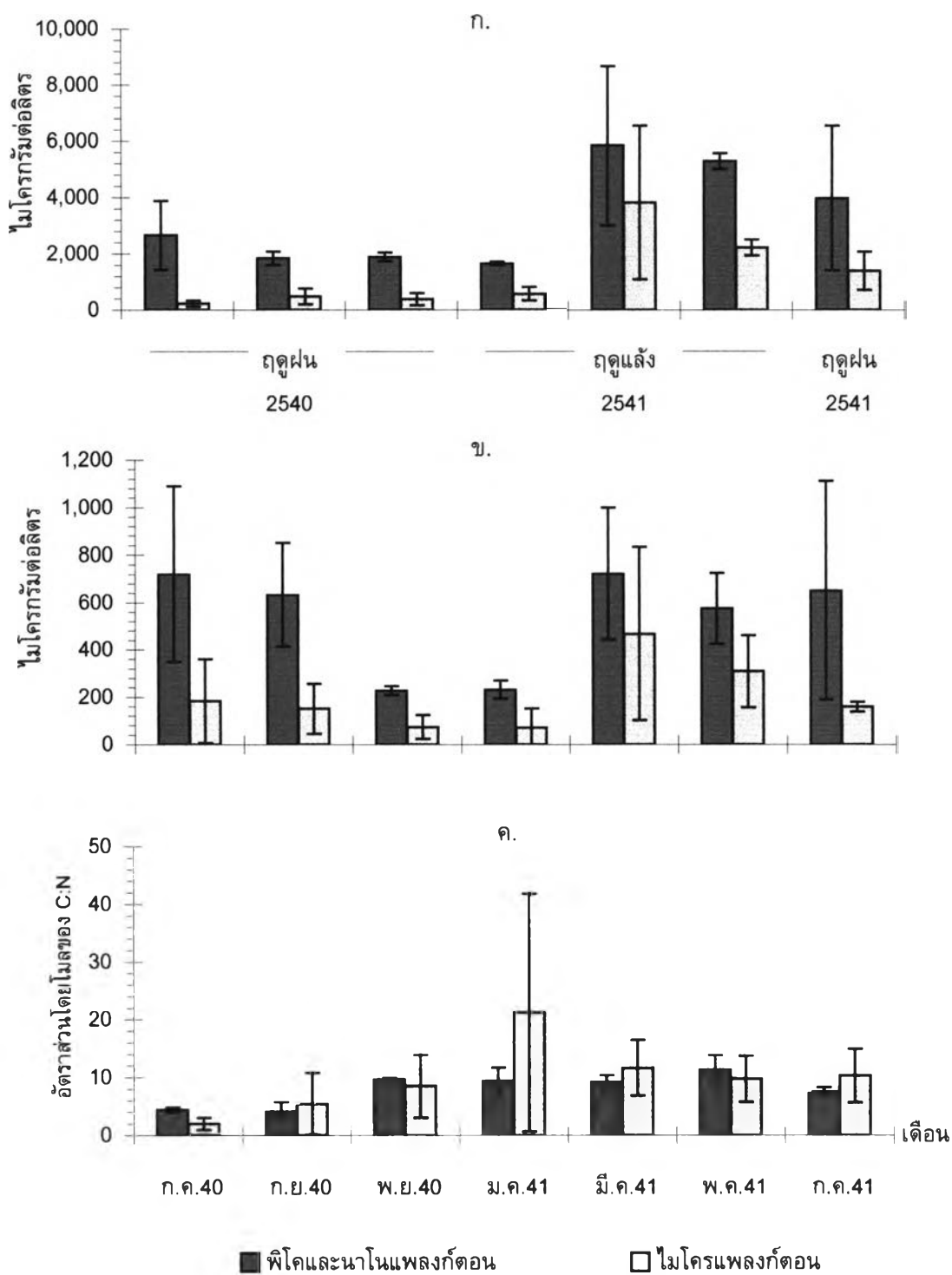
ผลการศึกษาองค์ประกอบสารอินทรีย์ของแพลงก์ตอนพืชในขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 ดังแสดงในรูปที่ 16 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูกาลคล้ายกับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอคือมีปริมาณในช่วงฤดูแล้ง 2541 สูงกว่าฤดูฝน 2540 โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์ไนโตรเจน และอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนมีดังนี้



รูปที่ 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ เจลี่ยของแพลงก์ตอนพืช (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (แถบแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)



รูปที่ 15 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ เป็นร้อยละของคลอโรฟิลล์-เอในแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 16 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืช (ไม่โครกรัมต่อลิตร) ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (แถบแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ก. อินทรีย์คาร์บอน
 ข. อินทรีย์ไนโตรเจน
 ค. อัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชขนาด 0.7-200 ไมโครเมตร เท่ากับ $4,614.42 \pm 1,135.27$ ไมโครกรัมต่อลิตร โดยในฤดูแล้งมีปริมาณสูงกว่าฤดูฝน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2,221.38-9,681.03 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 5,807.39 ไมโครกรัมต่อลิตร) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 5,390.00 ไมโครกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2,221.38-2,887.91 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 2,496.26 ไมโครกรัมต่อลิตร)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของแพลงก์ตอนแต่ละขนาดตลอดการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอน (0.7-20 ไมโครเมตร) มากกว่าไมโครแพลงก์ตอน (20-200 ไมโครเมตร) ทุกฤดูกาล (รูปที่ 16ก.) โดยมีปริมาณเฉลี่ยทุกฤดูคิดเป็นร้อยละ 71.73 ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ส่วนไมโครแพลงก์ตอนมีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 28.27 ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูดังนี้

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนตลอดการศึกษาเท่ากับ $1,304.43 \pm 498.90$ ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดในฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 568.01-3825.48 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 2,210.00 ไมโครกรัมต่อลิตร) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 1,403.65 ไมโครกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 226.85-485.09 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 365.78 ไมโครกรัมต่อลิตร) สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนมีค่าเฉลี่ยตลอดการศึกษาเท่ากับ $3,310.00 \pm 657.78$ ไมโครกรัมต่อลิตรซึ่งมีปริมาณสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 อยู่ใน ช่วง 1,653.37-5855.25 (เฉลี่ยเท่ากับ 4,264.06 ไมโครกรัมต่อลิตร) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 3,986.35 ไมโครกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 มีค่าอยู่ในช่วง 1,843.23-2,661.06 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 2,130.48 ไมโครกรัมต่อลิตร) ดังรูปที่ 16ก.

ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจน

ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชขนาด 0.7-200 ไมโครเมตร เท่ากับ 738.68 ± 123.33 ไมโครกรัมต่อลิตรโดยปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุดในฤดูฝน 2541 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 809.48 ไมโครกรัมต่อลิตร รองลงมาคือฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 302.12-1,188.20 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 791.26 ไมโครกรัมต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 301.21-902.37 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 662.49 ไมโครกรัมต่อลิตร)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนแต่ละขนาดตลอดการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนเฉลี่ยของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอน (0.7-20 ไมโครเมตร) มากกว่าไมโครแพลงก์ตอน (20-200 ไมโครเมตร) ทุกฤดูกาล (รูปที่ 16ข.) โดยมีปริมาณเฉลี่ยทุกฤดูคิดเป็นร้อยละ 72.65 ของปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ส่วนไมโครแพลงก์ตอนมีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 27.35 ของปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูดังนี้

ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนตลอดการศึกษาเท่ากับ 202.02 ± 53.56 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุดในฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 70.73-467.57 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 282.44 ไมโครกรัมต่อลิตร) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 158.80 ไมโครกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 73.80-183.16 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 136.00 ไมโครกรัมต่อลิตร) สำหรับปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนมีค่าเฉลี่ยตลอดการศึกษาเท่ากับ 536.66 ± 81.60 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณสูงสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 650.68 ไมโครกรัมต่อลิตร รองลงมาคือฤดูฝน 2540 มีค่าอยู่ในช่วง 227.41-719.20 ไมโครกรัมต่อลิตร (เฉลี่ยเท่ากับ 526.49 ไมโครกรัมต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 231.39-720.63 (เฉลี่ยเท่ากับ 508.82 ไมโครกรัมต่อลิตร) ดังรูปที่ 16ข.

อัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน

อัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพีชขนาด 0.7-200 ไมโครเมตร เท่ากับ 7.86 ± 1.07 โดยมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 9.48-10.83 (เฉลี่ยเท่ากับ 10.13) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 7.67 และฤดูฝน 2540 อยู่ในช่วง 3.82-8.98 (เฉลี่ยเท่ากับ 5.65) ตามลำดับ ซึ่งอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนของไมโครแพลงก์ตอนมีค่าสูงกว่าฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.87 ± 2.27 ส่วนอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอน (0.7-20 ไมโครเมตร) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 ± 1.04 อัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอนมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 9.74-21.27 (เฉลี่ยเท่ากับ 14.23) รองลงมาคือฤดูฝน 2541 เท่ากับ 10.304 และต่ำสุดในฤดูฝน 2540 อยู่ในช่วง 2.04-8.53 (เฉลี่ยเท่ากับ 5.36) สำหรับฟิโคและนาโนมีอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 รองลงมาคือฤดูฝน 2541 และฤดูฝน 2540 เช่นเดียวกับไมโครแพลงก์ตอนโดยในฤดูแล้ง 2541 อยู่ในช่วง 9.20-11.31 (เฉลี่ยเท่ากับ 9.96) ฤดูฝน 2541 เท่ากับ 7.54 และฤดูฝน 2540 อยู่ในช่วง 4.081-9.701 (เฉลี่ยเท่ากับ 6.074) ตามลำดับ (รูปที่ 16ค.)

1.6. ความคล้ายคลึงของประชากรแพลงก์ตอนพีชในระยะเวลาต่างๆในรอบปี

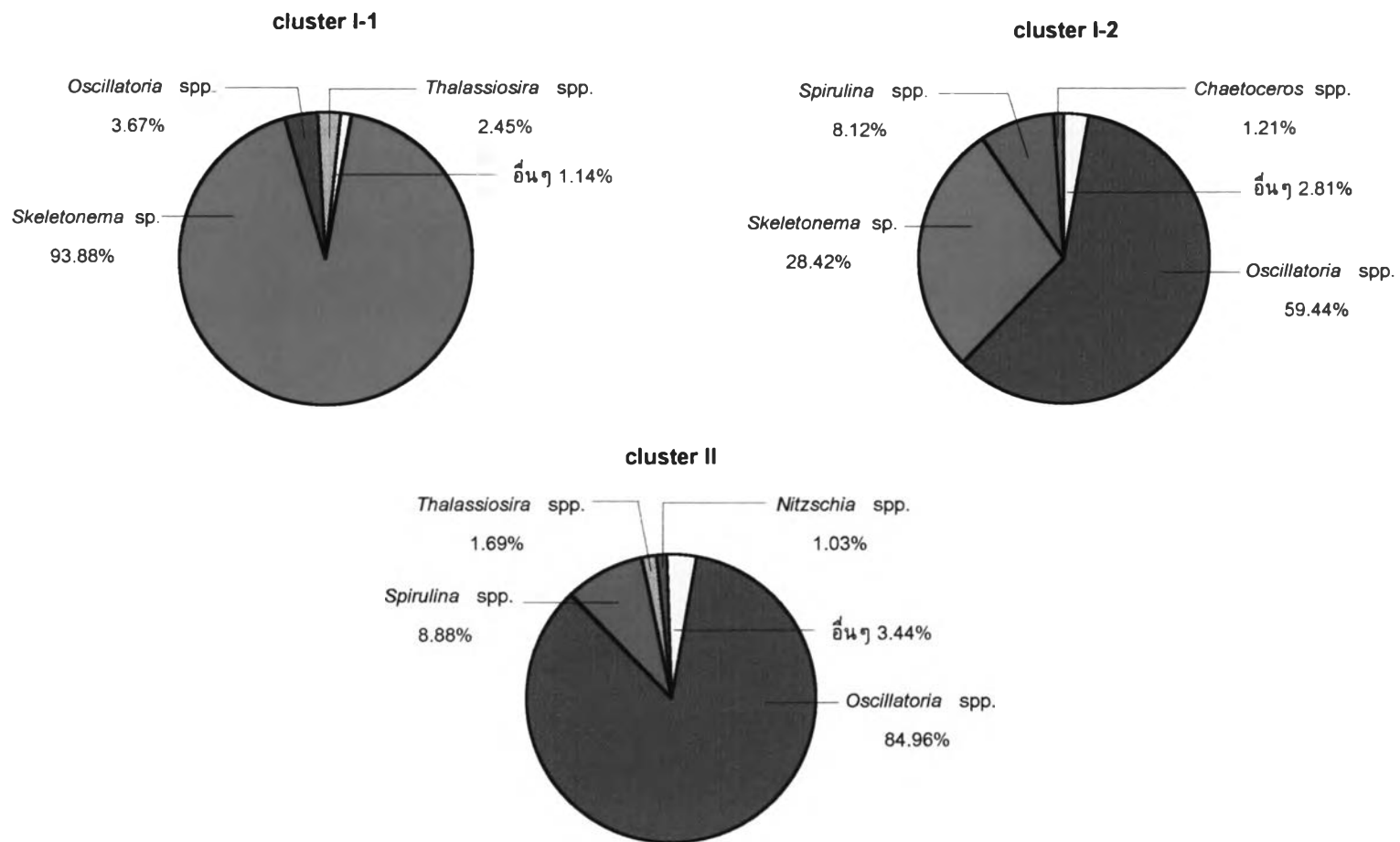
1.6.1. ไมโครแพลงก์ตอน

ประชากรของไมโครแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละเดือนจากการศึกษาครั้งนี้ มีรูปแบบการจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลักษณะประชากรเป็น 3 cluster (รูปที่ 17) ดังนี้

cluster I-1 ประกอบด้วยตัวอย่างไมโครแพลงก์ตอน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 51 สกุล มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 50.02 ของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพีชทั้งหมด (ตารางที่ 9) ซิลิโคแฟลกเจลเลตสกุล *Dictyocha*. และไดอะตอมสกุล *Thalassionema* เป็น characteristic group ของ cluster นี้ โดยมีไมโครแพลงก์ตอนที่ เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ ไดอะตอมสกุล *Skeletonema*, *Oscillatoria* spp. และ *Thalassiosira* spp. (รูปที่ 18) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้สูงกว่า cluster อื่นโดยมีความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 15.47 ± 5.58 psu ส่วนออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่า

ตารางที่ 9 ลักษณะประชากรไมโครแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละ cluster จากความหนาแน่นเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

Cluster	จำนวนสกุลของ ไมโครแพลงก์ตอน	ความหนาแน่นรวม (ร้อยละ)	Characteristic group	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
I-1	51	50.02	<i>Thalassionema</i> spp. <i>Dictyocha</i> spp.	ความเค็ม 15.47±5.58 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 3.95±1.44 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 12.17±10.95 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 9.91±5.20 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรต 4.67±3.56 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 11.41±4.07 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 142.71±55.43 ไมโครโมลต่อลิตร
I-2	56	43.71	Unidentified flagellates <i>Eucampia</i> spp. <i>Actinastrum</i> spp. <i>Phacus</i> spp. <i>Chaetoceros</i> spp. <i>Euglena</i> spp.	ความเค็ม 7.60±6.19 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.83±2.17 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 38.57±13.48 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 1.44±0.55 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรต 0.09±0.07 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 4.24±1.59 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 172.50±48.57 ไมโครโมลต่อลิตร
II	70	6.27	<i>Ankistrodesmus</i> spp., <i>Arthrodesmus</i> spp. <i>Oocystis</i> spp., <i>Staurastrum</i> spp. <i>Dinobryon</i> sp. <i>Noctiluca</i> sp. <i>Epithemia</i> sp. <i>Hemiaulus</i> spp. <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	ความเค็ม 9.88±5.71 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.68±1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 58.65±29.27 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 4.42±5.24 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรต 2.48±2.06 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 9.04±1.75 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 238.45±51.08 ไมโครโมลต่อลิตร

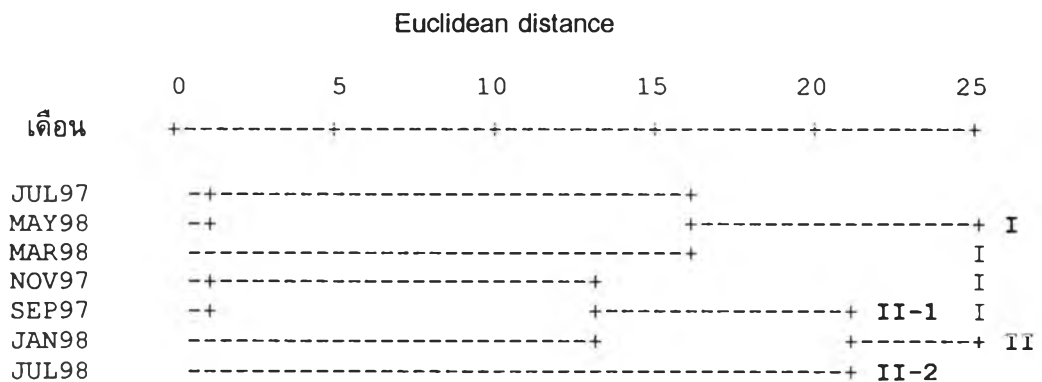


รูปที่ 18 ไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นที่พบในแต่ละ cluster จากความหนาแน่นเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

Staurostrum spp. ซึ่งมีไมโครแพลงก์ตอนที่เป็กลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* และ *Spirulina* spp. ไดอะตอมสกุล *Thalassiosira* และ *Nitzschia* spp. (รูปที่ 18) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้เท่ากับ 9.88 ± 5.71 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำเท่ากับ 2.68 ± 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในไตรท์ ไนเตรทและฟอสเฟต มีปริมาณสูงกว่า cluster I-2 แต่มีปริมาณต่ำกว่า cluster I-1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ± 5.24 2.48 ± 2.06 และ 9.04 ± 1.75 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมและซิลิเกตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.65 ± 29.27 และ 238.45 ± 51.08 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ

1.6.2. นาโนแพลงก์ตอน

สำหรับลักษณะประชากรของนาโนแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละเดือนจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของลักษณะประชากรได้เป็น 3 cluster (รูปที่ 19) ดังนี้

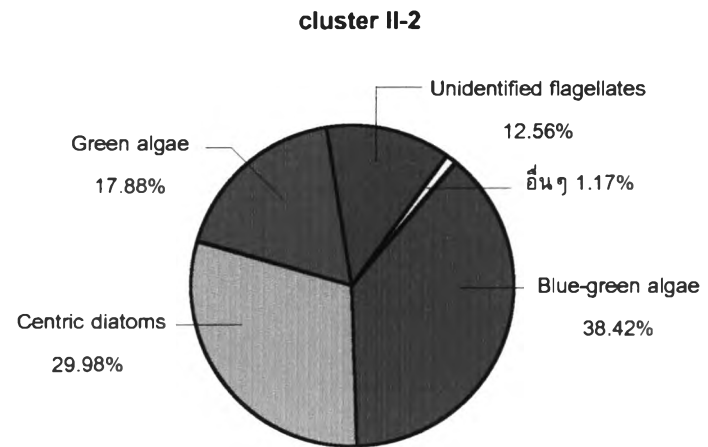
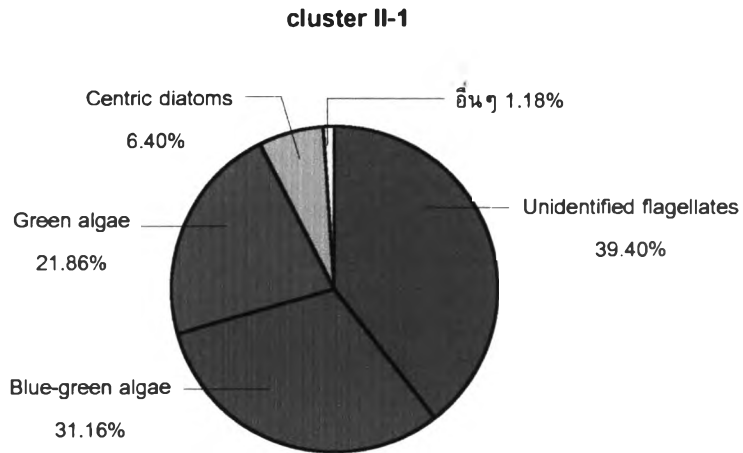
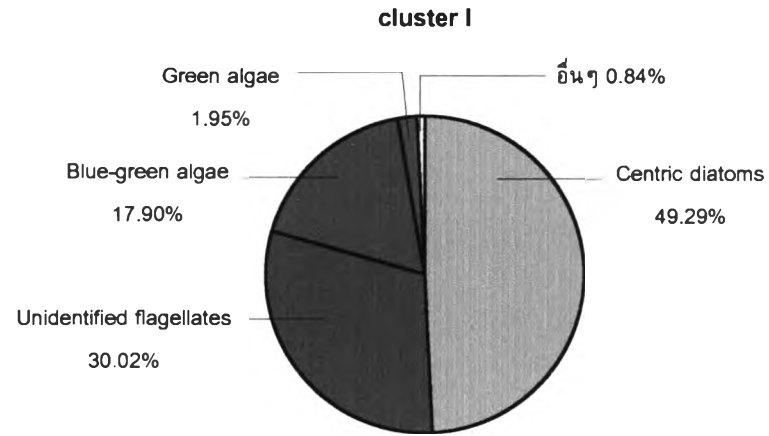


รูปที่ 19 Dendrogram แสดงค่า Dissimilarity ในรูป Euclidean distance ของความหนาแน่นเฉลี่ยของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละเดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

cluster I ประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ เดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชใน cluster นี้มี 6 กลุ่ม มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 23.57 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 10) ไม่พบนาโนแพลงก์ตอนที่เป็ characteristic group ของ cluster นี้ ส่วนนาโนแพลงก์ตอนที่เป็กลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อยได้แก่ centric diatoms แพลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสาหร่ายสีเขียว (รูปที่ 20) ความเค็มและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใน cluster นี้ค่อนข้างสูงและสูงกว่า cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.25 ± 5.28 psu และ 3.52 ± 1.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในไตรท์ ไนเตรทและฟอสเฟตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster เช่นกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.78 ± 4.86 4.81 ± 3.01 และ 10.72 ± 3.60 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมและซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.84 ± 43.00 และ 166.55 ± 58.54 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ลักษณะประชากรนาโนแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละ cluster จากความหนาแน่นเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

Cluster	จำนวนกลุ่มของ นาโนแพลงก์ตอน	ความหนาแน่นรวม (ร้อยละ)	Characteristic group	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
I	6	23.57	-	ความเค็ม 15.25 ± 5.28 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 3.52 ± 1.35 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 38.84 ± 43.00 ไมโครโมลต่อลิตร ไนไตรท์ 10.78 ± 4.86 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 4.81 ± 3.01 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 10.72 ± 3.60 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 166.55 ± 58.54 ไมโครโมลต่อลิตร
II-1	7	23.18	Coccolithophorids	ความเค็ม 8.24 ± 5.01 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.69 ± 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 47.47 ± 18.84 ไมโครโมลต่อลิตร ไนไตรท์ 1.72 ± 1.41 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 1.61 ± 1.32 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 8.94 ± 1.70 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 246.53 ± 54.88 ไมโครโมลต่อลิตร
II-2	6	53.25	Dinoflagellates	ความเค็ม 7.60 ± 6.19 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.83 ± 2.17 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 38.57 ± 13.48 ไมโครโมลต่อลิตร ไนไตรท์ 1.44 ± 0.55 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 0.09 ± 0.07 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 4.24 ± 1.59 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 172.50 ± 48.57 ไมโครโมลต่อลิตร



รูปที่ 20 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละ cluster จากความหนาแน่นเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

cluster II-1 ประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ เดือนกันยายน และพฤศจิกายน 2540 และเดือนมกราคม 2541 องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 7 กลุ่ม มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 23.18 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 10) นาโนแพลงก์ตอนที่เป็น characteristic group ของ cluster นี้ ได้แก่ คอคโคลิโพรอริธ นาโนแพลงก์ตอนที่เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ แพลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว และ centric diatoms (รูปที่ 20) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้เท่ากับ 8.24 ± 5.01 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.69 ± 1.42 สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน ไนเตรทและฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.72 ± 1.41 1.61 ± 1.32 และ 8.94 ± 1.70 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมและซิลิเกตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.47 ± 18.84 และ 246.53 ± 54.88 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ

cluster II-2 เป็นกลุ่มเล็กที่สุดประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอนเพียง 1 ตัวอย่าง คือเดือนกรกฎาคม 2541 องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 6 กลุ่ม มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 53.25 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 10) ในเดือนนี้มีไดโนแฟลกเจลเลตเป็น characteristic group โดยมีนาโนแพลงก์ตอนที่เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว centric diatoms สาหร่ายสีเขียว และแพลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (รูปที่ 20) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำในเดือนนี้ต่ำกว่าใน cluster อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.60 ± 6.19 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 2.83 ± 2.17 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน ไนเตรทและฟอสเฟตมีปริมาณต่ำกว่าใน cluster อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 ± 0.55 0.09 ± 0.07 และ 4.24 ± 1.59 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียมและซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.57 ± 13.48 และ 172.50 ± 48.57 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ

1.7. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

ผลการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 มีค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 11

ความลึกของน้ำในจุดที่ทำการศึกษบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีความแปรผันไม่มากนักมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.79-2.16 เมตร โดยมีความลึกเฉลี่ยมากที่สุดในฤดูแล้ง 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 2.04 เมตร เป็นเพราะมีน้ำทะเลหนุนขึ้นมาได้มาก ความลึกเฉลี่ยรองลงมาจากฤดูแล้ง 2541 คือฤดูฝน 2540 เท่ากับ 1.94 เมตร และต่ำสุดในฤดูฝน 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 1.79 เมตร

ค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง (K) ที่คำนวณได้จากค่าความเข้มแสงใต้น้ำที่วัดในช่วงกลางวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนยกเว้นเดือนพฤศจิกายน 2540 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.13-6.63 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 6.63 และต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 โดยเฉพาะเดือนมกราคม 2541 มีค่าเท่ากับ 1.13

อุณหภูมิของน้ำตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษไม่แตกต่างกันนักมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.51-33.69 องศาเซลเซียสโดยสูงสุดในฤดูฝน 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 32.59 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นผลมาจากมีปริมาณแสงที่สูงสุดในฤดูนี้ สำหรับฤดูฝน 2540 และฤดูแล้ง 2541 พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 11 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ในแต่ละเดือนในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ ปริมาณสารอาหารหลัก	เดือน						
	กรกฎาคม 2540	กันยายน 2540	พฤศจิกายน 2540	มกราคม 2541	มีนาคม 2541	พฤษภาคม 2541	กรกฎาคม 2541
ความลึก (เมตร)	1.83±0.33	2.16±0.26	1.83±0.31	2.11±0.28	2.01±0.26	2.01±0.38	1.79±0.31
ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง	3.30±0.35	3.20±0.00	ND	1.13±0.19	2.55±0.00	4.98±1.75	6.63±0.00
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30.43±0.28	32.91±0.48	29.60±0.17	28.51±0.29	29.44±0.23	33.69±0.28	32.59±0.17
ความเป็นกรด-เบส	7.91±0.02	8.37±0.09	8.12±0.04	7.47±0.04	8.10±0.05	8.06±0.04	7.95±0.08
ความเค็ม (psu)	14.81±1.89	5.01±1.21	6.53±1.64	13.17±1.24	11.77±1.32	19.17±1.83	7.60±2.34
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2.66±0.20	2.00±0.65	2.63±0.24	3.43±0.56	3.40±0.52	4.51±0.52	2.83±0.82
แอมโมเนีย (ไมโครโมลต่อลิตร)	92.17±11.49	63.92±5.27	50.30±3.44	27.19±2.98	21.37±2.84	2.97±0.91	38.57±5.09
ไนไตรท์ (ไมโครโมลต่อลิตร)	12.52±1.46	1.08±0.29	0.66±0.20	3.42±0.30	8.98±1.52	10.84±2.40	1.44±0.21
ไนเตรท (ไมโครโมลต่อลิตร)	5.10±0.62	2.63±0.63	0.74±0.23	1.44±0.30	2.51±1.21	6.82±0.95	0.09±0.03
ฟอสเฟต (ไมโครโมลต่อลิตร)	9.35±0.76	9.82±0.93	8.50±0.40	8.51±0.40	8.17±0.32	15.20±1.12	4.24±0.60
ซิลิเกต (ไมโครโมลต่อลิตร)	214.23±10.61	239.51±21.11	287.89±12.61	212.17±18.43	173.77±13.46	111.65±21.17	172.50±18.36

หมายเหตุ : ND คือ ไม่มีข้อมูล

นักโดยในฤดูฝน 2540 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.98 องศาเซลเซียส และในฤดูแล้ง 2541 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.55 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรด-เบสของน้ำตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคั้งนี้มีค่าแปรผันไม่มากนักเช่นเดียวกับอุณหภูมิ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.47-8.37 ซึ่งสูงสุดในฤดูฝน 2540 รองลงมาคือฤดูฝน 2541 และพบความเป็นกรด-เบสต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 8.13, 7.95 และ 7.47 ตามลำดับ

ความเค็มของน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจากการศึกษาในคั้งนี้มีความแปรผันมากในรอบปีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.01-19.17 psu ความเค็มเฉลี่ยสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 เท่ากับ 14.70 psu รองลงมาคือฤดูฝน 2540 มีค่าความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 8.78 psu และความเค็มเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 7.60 psu

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.00-4.51 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 รองลงมาคือฤดูฝน 2541 และพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝน 2540 เท่ากับ 3.78, 2.83 และ 2.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบค่าความสัมพันธ์ (Pearson Correlation) เท่ากับ 0.84 กล่าวคือเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำทะเลได้นำออกซิเจนเข้ามาเพิ่มขึ้น

ปริมาณแอมโมเนียมตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูงโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.97-92.17 ไมโครโมลต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงสุดในฤดูฝน 2540 รองลงมาคือฤดูฝน 2541 และพบปริมาณแอมโมเนียม เฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 เท่ากับ 68.80, 38.57 และ 17.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนไตรท์บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจากการศึกษาในคั้งนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.66-12.52 ไมโครโมลต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 รองลงมาคือฤดูฝน 2540 และพบปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 7.75, 4.75 และ 1.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนเตรทบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจากการศึกษาในคั้งนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.09-6.82 ไมโครโมลต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 รองลงมาคือฤดูฝน 2540 และพบปริมาณไนเตรทเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 3.59, 2.82 และ 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณฟอสเฟตตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคั้งนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.24-15.20 ไมโครโมลต่อลิตร ปริมาณฟอสเฟตในแต่ละฤดูมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับไนไตรท์และไนเตรทโดยมีค่าสูงสุดในฤดูแล้ง 2541 รองลงมาคือฤดูฝน 2540 และพบฟอสเฟตเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝน 2541 เท่ากับ 10.63, 9.22 และ 4.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณซิลิเกตตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูงค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 111.65-287.89 ไมโครโมลต่อลิตร ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูเช่นเดียวกับปริมาณแอมโมเนียมโดยมีค่าสูงสุดในฤดูฝน 2540 รองลงมาคือฤดูฝน 2541 และพบปริมาณแอมโมเนียม เฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้ง 2541 เท่ากับ 247.21, 172.50 และ 165.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

1.8. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ออกจากร่างกายและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

1.8.1. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนและไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากในแต่ละเดือนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความหนาแน่นและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อปริมาณแอมโมเนียหรือซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนน้อยลง แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนมากขึ้น (ตารางที่ 12) สำหรับความสัมพันธ์ของไมโครแพลงก์ตอนในแต่ละกลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักมีดังนี้

ความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลงเช่นกัน และมีแนวโน้มว่าถ้าความเค็มเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวได้น้อยลง สำหรับความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนีย ในไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวไม่แสดงความสัมพันธ์กันทางสถิติกับปริมาณสารอาหารตัวใดเลย แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนโตรเจน ไนเตรท หรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 12 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเค็มมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีอิทธิพลมากกว่าความเค็ม (ตารางที่ 13)

ความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนีย ในไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนโตรเจนหรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตลดลง แต่ถ้าปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 12)

ความหนาแน่นของไดอะตอมไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดอะตอมกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนีย ในไตรท์ ไนเตรท

ตารางที่ 12 สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ ปริมาณธาตุอาหารหลัก	ปริมาณ							
	ไมโครแพลงก์ตอน	คลอโรฟิลล์-เอ	สาหร่ายสีน้ำเงิน แกมเขียว	ไดโนแฟลกเจลเลต	ไดอะตอม	สาหร่าย สีเขียว	ยูกลีโนยด์	แฟลกเจลเลต
ความลึก	-0.056	-0.119	-0.347	-0.332	0.110	-0.322	-0.469	-0.518
ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง	0.448	0.306	-0.869*	-0.341	0.022	0.860*	0.935**	0.957**
อุณหภูมิ	0.396	0.291	-0.436	-0.401	0.196	0.431	0.391	0.343
ความเป็นกรด-เบส	0.321	0.258	0.268	-0.225	0.200	0.248	0.102	-0.075
ความเค็ม	0.160	0.354	-0.663	-0.487	0.481	-0.660	-0.526	-0.309
ออกซิเจนละลายน้ำ	0.481	0.581	-0.440	-0.220	0.702	-0.438	-0.317	-0.129
แอมโมเนียม	-0.656	-0.610	0.082	-0.030	-0.709	0.076	0.036	-0.056
ไนไตรท์	0.199	0.438	-0.640	-0.718	0.510	-0.643	-0.548	-0.359
ไนเตรท	0.091	0.264	-0.610	-0.714	0.386	-0.615	-0.584	-0.488
ฟอสเฟต	0.022	0.134	-0.658	-0.409	0.339	-0.664	-0.681	-0.663
ซิลิเกต	-0.709	-0.749	-0.058	0.618	-0.752	0.050	-0.037	-0.229

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (Depth= ความลึก, K= ประสิทธิภาพการส่องผ่านแสง, T= อุณหภูมิ, pH= ความเป็นกรด-เบส, Sal= ความเค็ม, DO= ออกซิเจนละลายน้ำ, NH₄= แอมโมเนียม, NO₂= ไนไตรท์, NO₃= ไนเตรท, PO₄= ฟอสเฟต และ Si= ซิลิเกต)

สมการความสัมพันธ์	R ²
สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว = $6.25 \times 10^6 + 9.50 \times 10^5 K - 5.66 \times 10^5 \text{ Sal}$	0.986
สาหร่ายสีเขียว = $1.01 \times 10^5 + 1.54 \times 10^4 K - 7.14 \times 10^3 \text{ Sal} - 3.47 \times 10^3 \text{ NO}_2$	0.999
ยูกลีโนยด์ = $2.29 \times 10^4 + 1.13 \times 10^3 K - 3.74 \times 10^2 \text{ Sal} - 2.53 \times 10^3 \text{ pH} - 88.16 \text{ NO}_2$	1.000
แฟลกเจลเลต = $-5.58 \times 10^2 + 6.94 \times 10^2 K - 4.14 \text{ NO}_3$	0.982

ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณแอมโมเนียมหรือซิลิเกตลดลงจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น (ตารางที่ 12)

ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าถ้าความเค็มเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนไตรท์ ไนเตรทหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง ดังแสดงในตารางที่ 12 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเค็ม และไนไตรท์มีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากที่สุดคือประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง รองลงมาคือความเค็ม และไนไตรท์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของยูกลีโนยด์ไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำ แต่ความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของยูกลีโนยด์มากขึ้น และมีแนวโน้มว่าถ้าความเค็มเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของ

ยูกลีโนยด์น้อยลง สำหรับความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท หรือฟอสเฟตลดลงจะพบความหนาแน่นของยูกลีโนยด์มากขึ้น (ตารางที่ 12) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และไนไตรท์มีผลทำให้ความหนาแน่นของยูกลีโนยด์เพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของยูกลีโนยด์มากที่สุดคือประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง รองลงมาคือความเค็ม ความเป็นกรด-เบส และไนไตรท์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ แต่ความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าถ้าความลึกเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตน้อยลง สำหรับความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตลดลง (ตารางที่ 12) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและไนเตรทมีผลทำให้ความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีอิทธิพลมากกว่าไนเตรท (ตารางที่ 13)

1.8.2. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากในแต่ละเดือนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมากขึ้น สำหรับความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าความลึกของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนน้อยลงและถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 14) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน

ตารางที่ 14 สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแฟลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ ปริมาณธาตุอาหารหลัก	ปริมาณ						
	นาโนแฟลงก์ตอน	คลอโรฟิลล์-เอ (พีโคและนาโน)	สาหร่ายสีน้ำเงิน แกมเขียว	ไดโนแฟลกเจลเลต	ไดอะตอม	สาหร่าย สีเขียว	แฟลคเจลเลต
ความลึก	-0.608	-0.570	-0.536	-0.325	-0.547	-0.449	0.154
ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง	0.857*	0.900*	0.865*	0.858*	0.651	0.815*	-0.152
อุณหภูมิ	0.609	0.599	0.468	0.395	0.562	0.175	0.238
ความเป็นกรด-เบส	0.140	0.276	0.288	0.185	-0.070	0.312	-0.174
ความเค็ม	-0.215	-0.091	-0.603	-0.665	0.538	-0.811*	0.085
ออกซิเจนละลายน้ำ	-0.268	-0.119	-0.549	-0.403	0.430	-0.551	-0.291
แอมโมเนีย	0.318	0.152	0.365	0.024	-0.088	0.174	0.558
ไนโตรเจน	-0.205	0.096	-0.512	-0.719	0.515	-0.816*	0.011
ไนเตรต	-0.107	-0.007	-0.460	-0.660	0.469	-0.735	0.298
ฟอสเฟต	-0.304	-0.358	-0.589	-0.646	0.150	-0.600	0.237
ซิลิเกต	-0.081	-0.402	0.169	0.096	-0.689	0.478	0.199

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

และปริมาณคลอโรฟิลล์-เอกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีผลทำให้ความหนาแน่นของนาโนแฟลกเจลลอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแฟลกเจลลอนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% (ตารางที่ 15) สำหรับความสัมพันธ์ของนาโนแฟลกเจลลอนในแต่ละกลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักมีดังนี้

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากขึ้น ส่วนความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าความลึก ความเค็ม หรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลง สำหรับความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติกับปริมาณสารอาหารตัวใดเลย แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนโตรเจนหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 14 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและออกซิเจนละลายน้ำมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีอิทธิพลมากกว่าออกซิเจนละลาย (ตารางที่ 15)

ความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าถ้าความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบไดโนแฟลกเจลลอนน้อยลง สำหรับความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนกับปริมาณสารอาหาร แอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณสารอาหาร แอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกต แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนโตรเจน ไนเตรต หรือฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนลดลง (ตารางที่ 14) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงในไนโตรเจน และความเค็มมีผลทำให้ความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลลอนมากที่สุดคือประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง รองลงมาคือไนโตรเจน และความเค็ม ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและคลอโรฟิลล์-เอของนาโนแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (Depth= ความลึก, K= ประสิทธิภาพการส่องผ่านแสง, T= อุณหภูมิ, pH= ความเป็นกรด-เบส, Sal= ความเค็ม, DO= ออกซิเจนละลายน้ำ, NH₄= แอมโมเนียม, NO₂= ไนไตรท์, NO₃= ไนเตรท, PO₄= ฟอสเฟต และ Si= ซิลิเกต)

	สมการความสัมพันธ์	R ²
นาโนแพลงก์ตอน	$= 5.87 \times 10^6 + 1.50 \times 10^6 K$	0.668
ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (พีโคและนาโน)	$= 8.80 + 1.35 K$	0.762
สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว	$= 6.46 \times 10^6 + 6.65 \times 10^5 K - 1.93 \times 10^6 DO$	0.963
ไดโนแฟลกเจลเลต	$= 2.00 \times 10^4 + 3.32 \times 10^3 K - 1.64 \times 10^3 NO_2$ $- 7.24 \times 10^2 Sal$	0.999
สาหร่ายสีเขียว	$= 2.49 \times 10^6 - 2.65 \times 10^5 K - 2.01 \times 10^5 Sal$	0.959

ความหนาแน่นของไดอะตอมไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าความลึกของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมน้อยลง และถ้าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิหรือความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดอะตอมกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนไตรท์หรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น แต่ถ้าปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมลดลง (ตารางที่ 14)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเค็มแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับความลึก อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์กับไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต

พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนเตรทหรือฟอสเฟตลดลงจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 14 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเค็มมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีอิทธิพลมากกว่าความเค็ม (ตารางที่ 15)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ รวมทั้งไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตมากขึ้น (ตารางที่ 14)

2. พลวัตประชากรของแพลงก์ตอนพืช

ผลการวัดความลึกของน้ำในขณะเก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 4 ชั่วโมงจนครบ 28 ชั่วโมงในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาพบว่า สามารถจัดกลุ่มของเดือนที่เก็บตัวอย่างตามลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวันในแต่ละเดือนได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

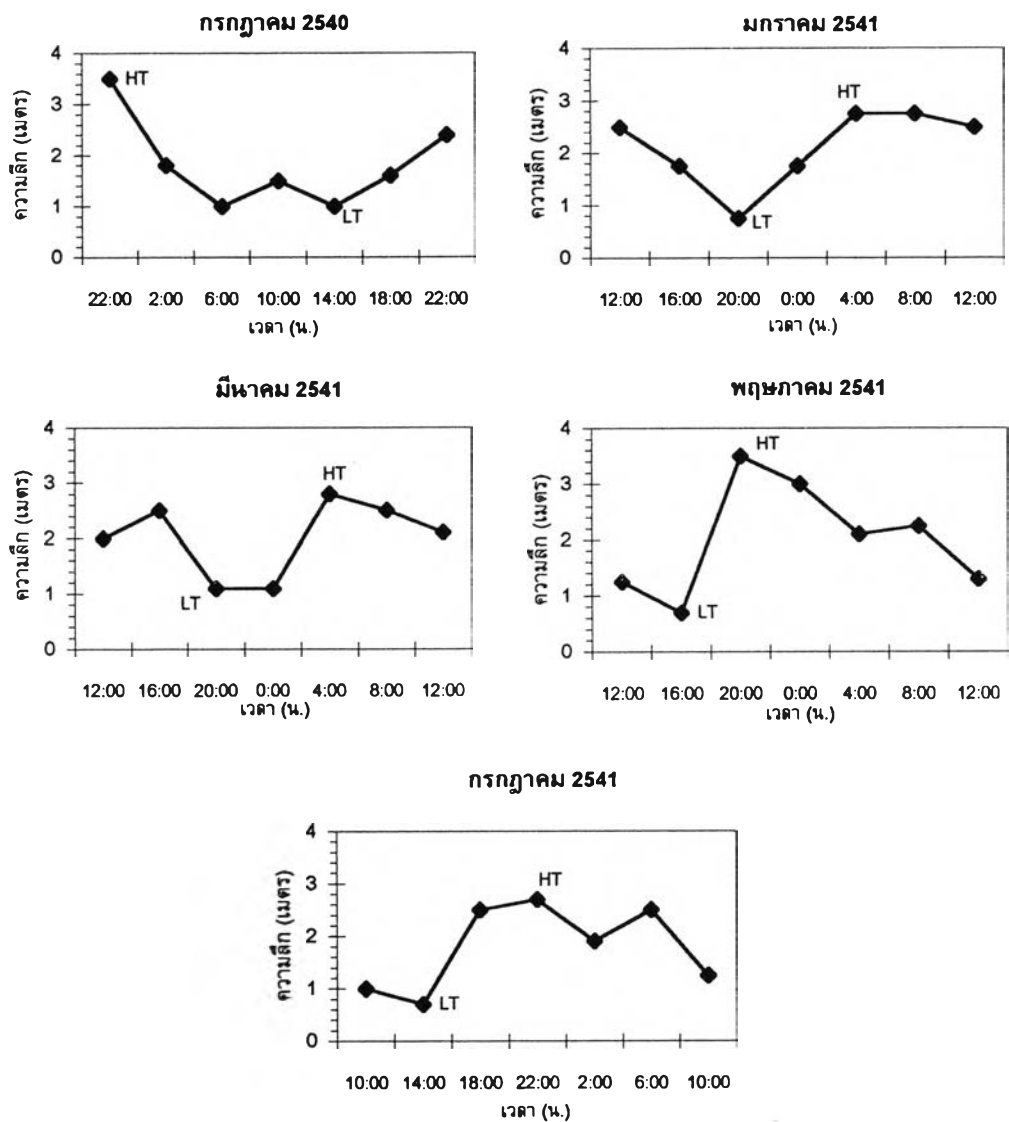
1. ช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน ได้แก่เดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม 2541
2. ช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน ได้แก่เดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540

ดังแสดงในรูปที่ 21

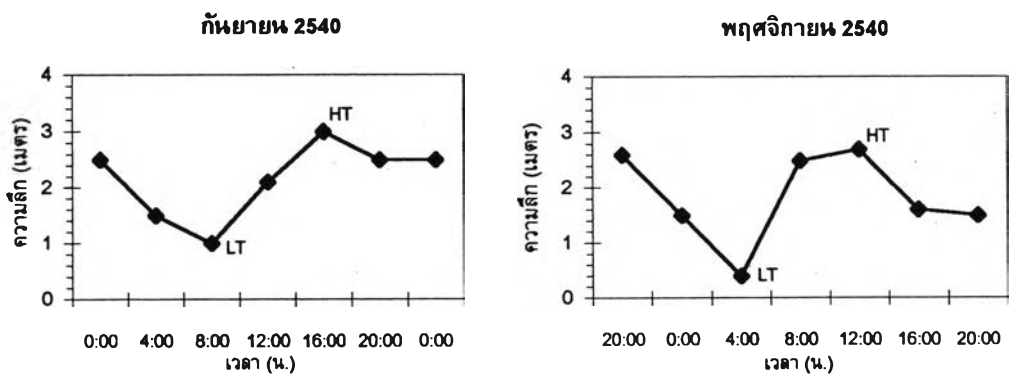
2.1. ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาปริมาณของไมโครแพลงก์ตอน ณ เวลาต่าง ๆ กันในรอบวันพบว่ามีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 2.23×10^4 - 5.52×10^7 เซลล์ต่อลิตร โดยในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนซึ่งได้แก่เดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคมและกรกฎาคม 2541 พบความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนสูงสุดในตอนกลางวันและความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนในตอนกลางวันมีมากกว่ากลางคืน ยกเว้นในเดือนมกราคม 541 พบว่าความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้นในเวลากลางคืนที่เวลา 0:00 น. ซึ่งเป็นขณะที่น้ำกำลังขึ้นสูงสุด สำหรับช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันคือเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 พบว่าความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนในตอนกลางวันสูงกว่ากลางคืนเช่นกัน แสดงว่าน้ำขึ้นน้ำลงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร แต่แสงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากกว่า เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มในแต่ละเดือน พบว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นกลุ่มที่มีความหนา

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน



ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน



รูปที่ 21 ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (HT: น้ำขึ้นสูงสุด, LT: น้ำลงต่ำสุด)

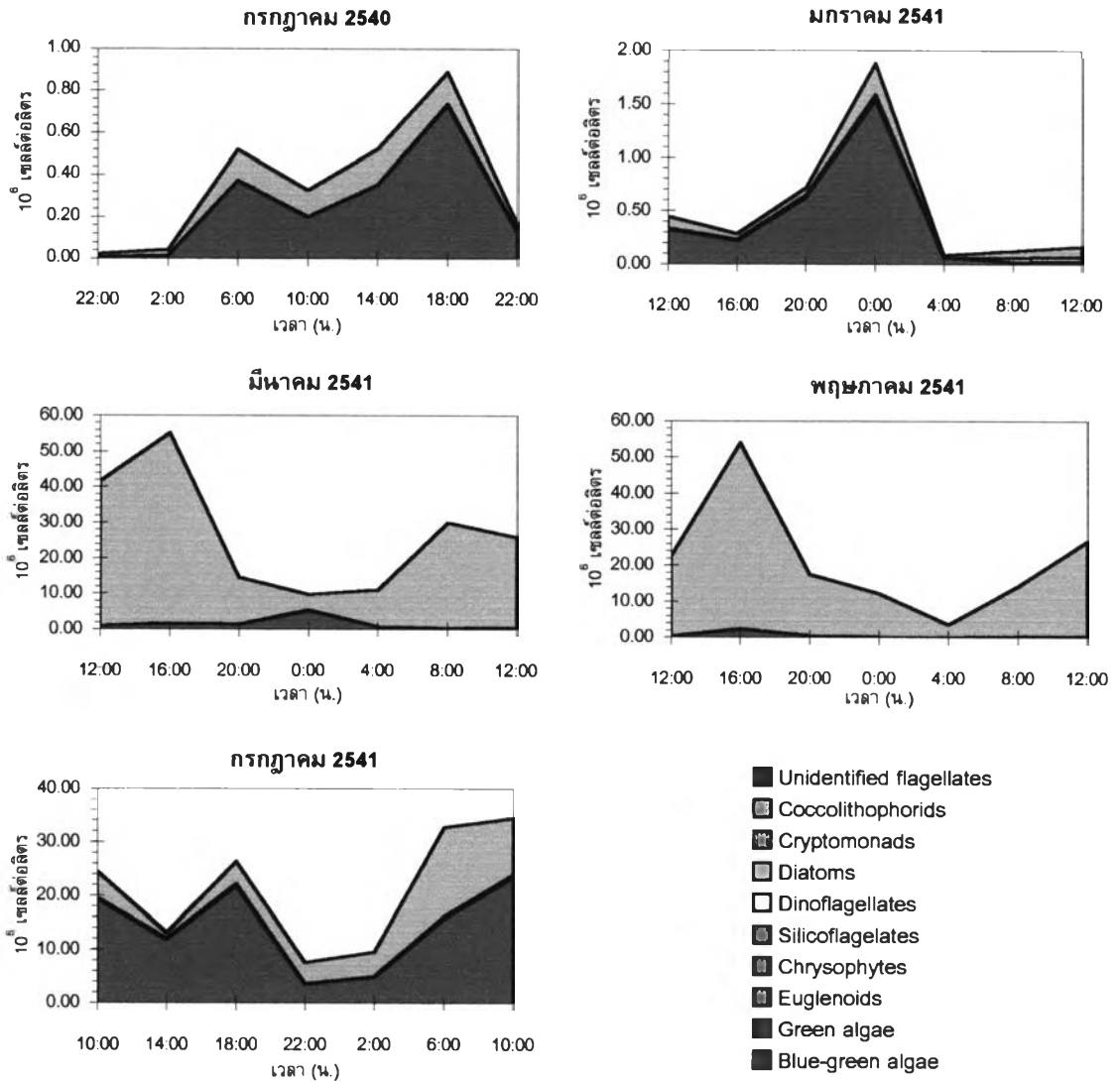
แน่นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ทุกเวลาที่เก็บตัวอย่าง ยกเว้นในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 พบไดอะตอมมีความหนาแน่นสูงกว่าไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มอื่น ๆ (รูปที่ 22)

สำหรับความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนมีค่าอยู่ในช่วง 5.07×10^5 - 3.24×10^7 เซลล์ต่อลิตร การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนพบว่ามีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของไมโครแพลงก์ตอน กล่าวคือในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน โดยส่วนใหญ่พบความหนาแน่นสูงสุดของนาโนแพลงก์ตอนในตอนกลางวัน ยกเว้นในเดือนมีนาคม 2541 พบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนสูงสุดในตอนกลางคืนเวลา 0:00 น. ซึ่งเป็นขณะน้ำลงต่ำสุด ส่วนช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเวลากลางวันสูงกว่ากลางคืนเช่นกัน แต่ในเดือนพฤศจิกายน 2540 มีความหนาแน่นสูงสุดในตอนกลางคืนเวลา 20:00 น. แต่ความหนาแน่นในรอบวันของนาโนแพลงก์ตอนที่พบในเดือนนี้ไม่แตกต่างกันมากนัก (รูปที่ 23) แสดงว่าน้ำขึ้นน้ำลงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

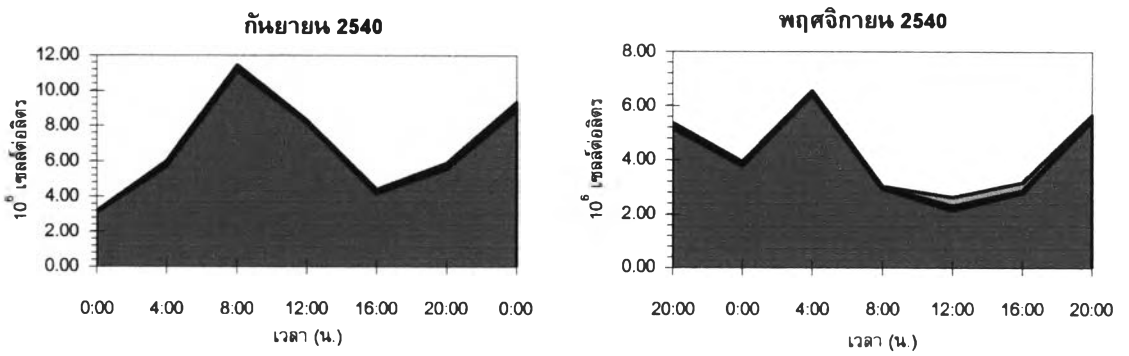
2.2. ธรรมชาติความหลากหลาย (H') และการกระจาย (J') ของแพลงก์ตอนพืช

ผลจากการวิเคราะห์ธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายโดยใช้ข้อมูลจำนวนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุล/กลุ่มที่พบในแต่ละเวลาในรอบวันระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 แสดงดังรูปที่ 24 พบว่าธรรมชาติความหลากหลายของไมโครแพลงก์ตอนอยู่ในช่วง 0.05-0.90 และธรรมชาติการกระจายมีค่าอยู่ในช่วง 0.04-0.71 ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนธรรมชาติความหลากหลายและธรรมชาติการกระจายของไมโครแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเดือนมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนกรกฎาคม 2540 ที่เวลา 22:00 น. และเดือนมีนาคม 2541 ที่เวลา 0:00 น พบธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายสูงกว่าที่เวลาอื่น ๆ ในรอบวัน แสดงว่าที่เวลานี้มีความหลากหลายของไมโครแพลงก์ตอนสูงและไมโครแพลงก์ตอนแต่ละสกุลมีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน สำหรับในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันพบว่าธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของไมโครแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าไมโครแพลงก์ตอนมีความหลากหลายและความหนาแน่นของแต่ละสกุลในแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกัน สำหรับธรรมชาติความหลากหลายของนาโนแพลงก์ตอนอยู่ในช่วง 0.13-0.62 และการกระจายมีค่าอยู่ในช่วง 0.18-0.85 ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเดือนมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนมกราคม 2541 ที่เวลา 16:00 น พบธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายต่ำกว่าที่เวลาอื่น ๆ ในรอบวัน แสดงว่าที่เวลานี้มีความหลากหลายของนาโนแพลงก์ตอนต่ำและนาโนแพลงก์ตอนบางสกุลมีความหนาแน่นมากกว่านาโนแพลงก์ตอนสกุลอื่นมาก สำหรับในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันพบว่าธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่านาโนแพลงก์ตอนมีความหลากหลายและความหนาแน่นของแต่ละสกุล/กลุ่มในแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน

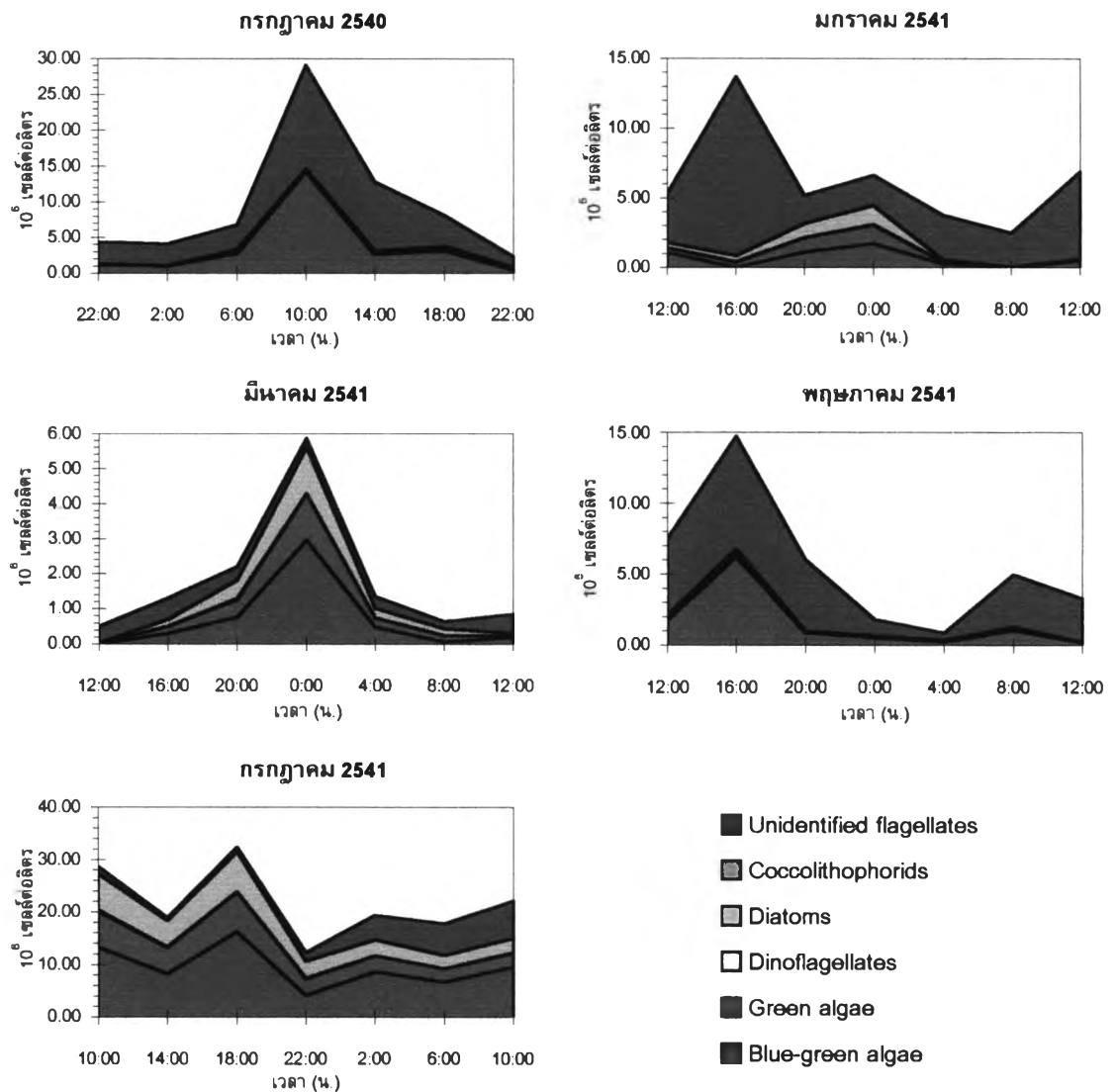


ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน

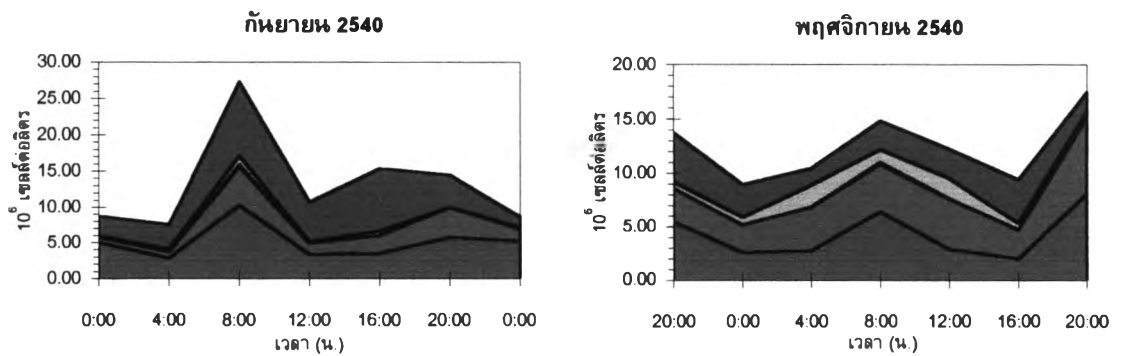


รูปที่ 22 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเฉลี่ยของไมโครแพลงก์ตอน (10^6 เซลล์ต่อลิตร) ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน

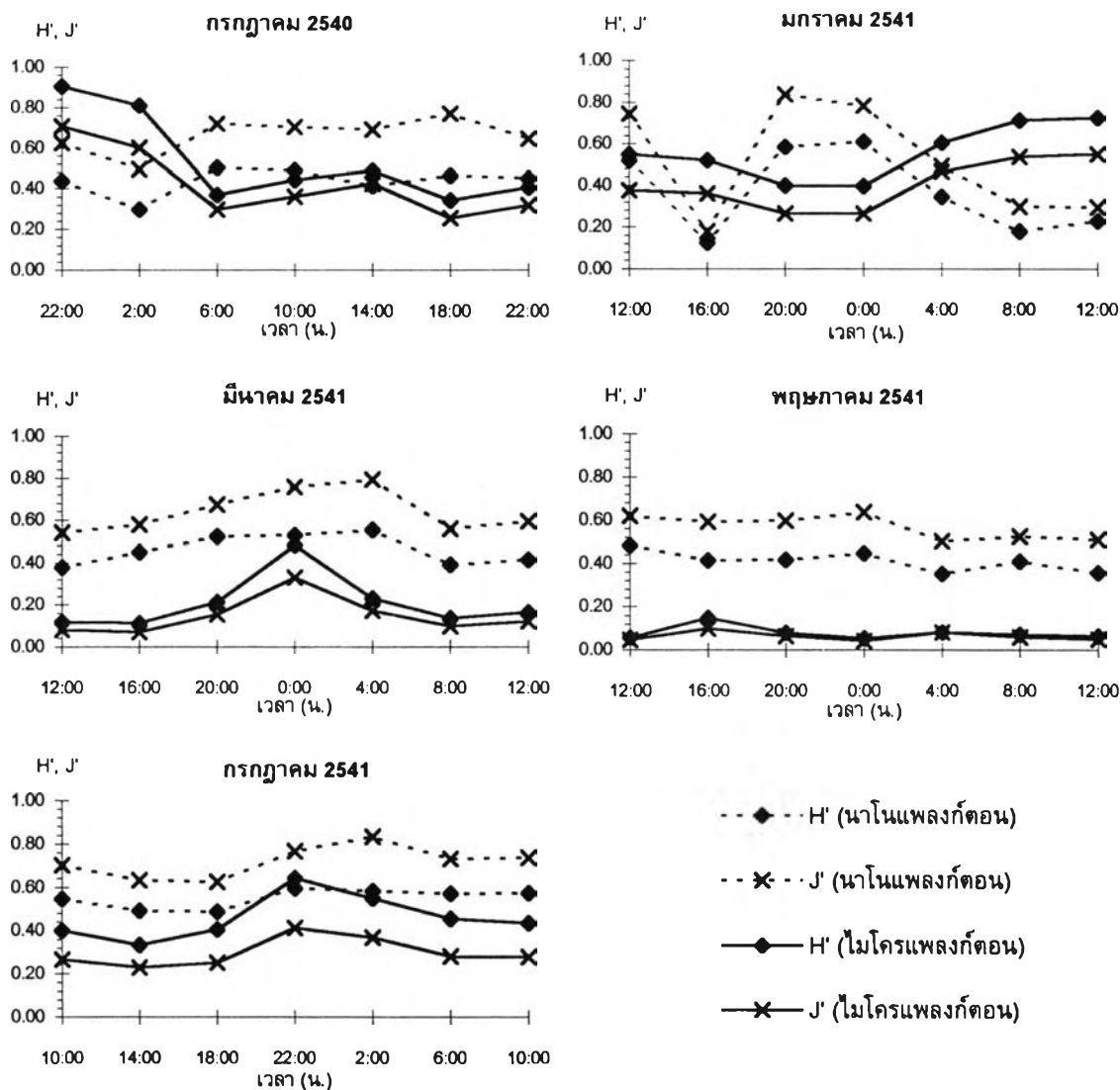


ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน

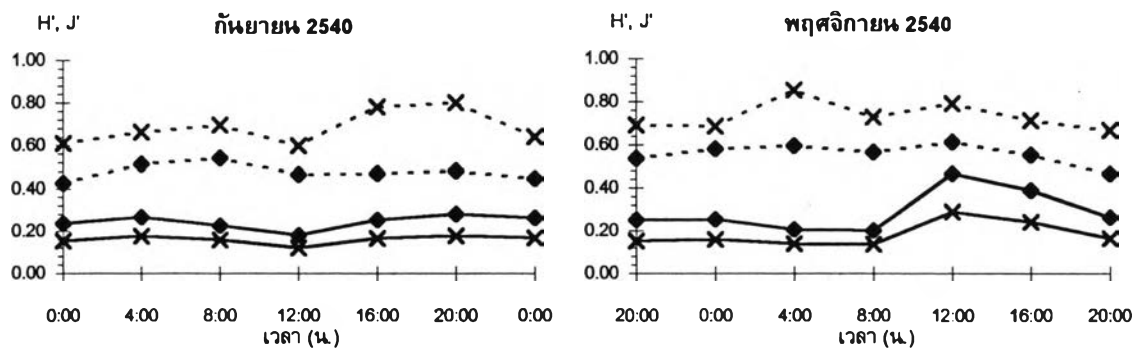


รูปที่ 23 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเฉลี่ยของนาโนแพลงก์ตอน (10^6 เซลล์ต่อลิตร) ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน



ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน



รูปที่ 24 การเปลี่ยนแปลงธรรมชาติความหลากหลายและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

2.3. มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

2.3.1. ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของแพลงก์ตอนพืชในรอบวันในแต่ละเดือนมีค่าอยู่ในช่วง 4.15-86.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยไมโครแพลงก์ตอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เออยู่ในช่วง ND-48.06 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เออยู่ในช่วง 3.15-38.27 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในรูปที่ 25 โดยส่วนใหญ่พบว่าทั้งในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดในตอนกลางวันและช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนจะพบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอในตอนกลางวันมากกว่าตอนกลางคืนแทบทั้งสิ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของแพลงก์ตอนแต่ละขนาดพบว่าส่วนใหญ่ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมากกว่าไมโครแพลงก์ตอนเสมอ ยกเว้นในเดือนมีนาคม 2541 ในเวลากลางวันและเดือนพฤษภาคม 2541 ตอนเย็น (16:00 น.) ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนสูงกว่าพีโคและนาโนแพลงก์ตอนอย่างชัดเจน

2.3.2. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืช

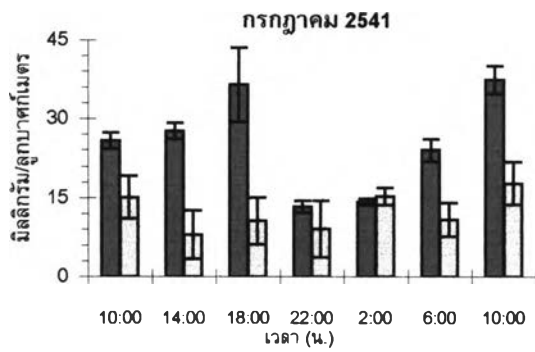
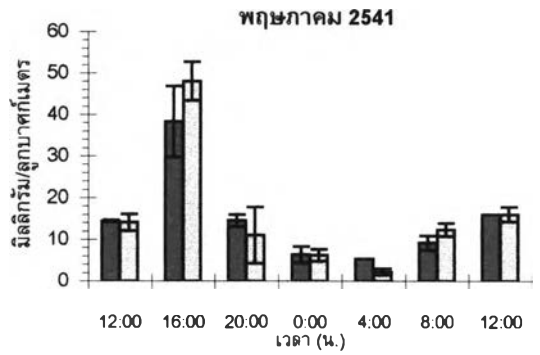
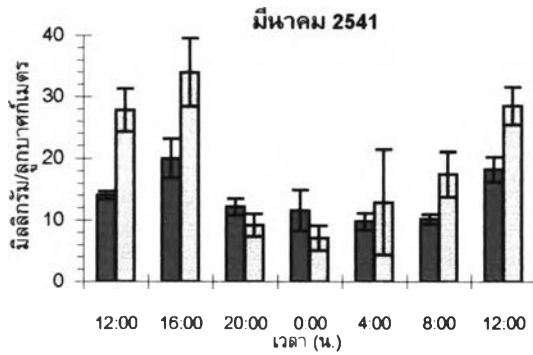
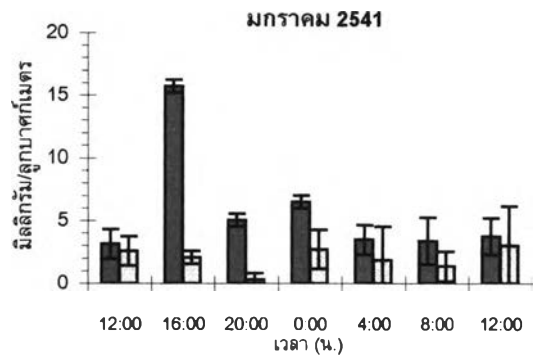
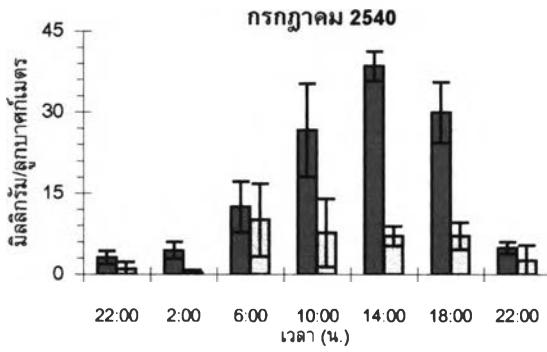
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของแพลงก์ตอนพืชในขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดในแต่ละเดือนพบว่าไมโครแพลงก์ตอนมีค่าอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 166.36-5,144.24 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีค่าอยู่ในช่วง 1,253.33-7,390.83 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดต่ำกว่าขณะน้ำลงต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2540 และเดือนกรกฎาคม 2541 และพบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดมีค่าสูงกว่าขณะน้ำลงต่ำสุดในเดือนมกราคม มีนาคมและพฤษภาคม 2541 ส่วนในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดมีค่าต่ำกว่าขณะน้ำลงต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของแพลงก์ตอนแต่ละขนาดพบว่าโดยส่วนใหญ่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนสูงกว่าไมโครแพลงก์ตอนทุกขณะที่ทำการศึกษา (รูปที่ 26)

ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจน

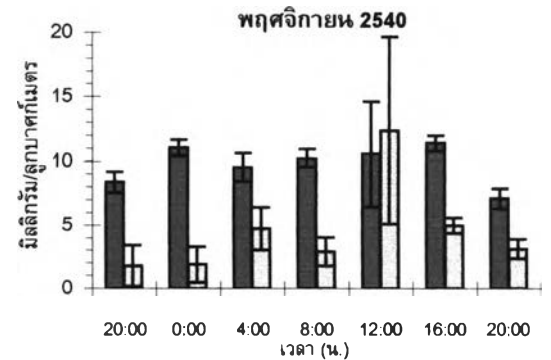
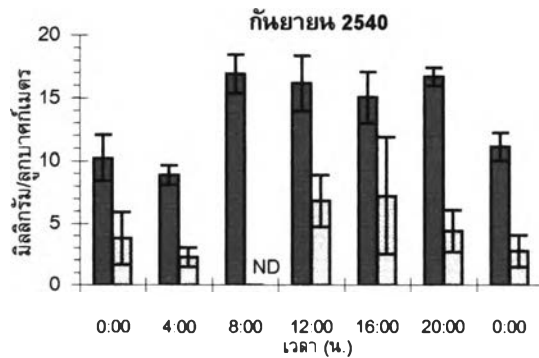
จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืชในขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดในแต่ละเดือนพบว่าไมโครแพลงก์ตอนมีค่าอินทรีย์ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 12.91-660.90 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีค่าอยู่ในช่วง 204.67-1,048.81 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนพบปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในขณะน้ำลงต่ำสุดสูงกว่าขณะน้ำขึ้นสูงสุดในเดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมกราคมและเดือนกรกฎาคม 2541 และพบปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในขณะน้ำลงต่ำสุดต่ำกว่าขณะน้ำขึ้นสูงสุดในเดือนมีนาคม 2541 ส่วนในเดือนพฤษภาคม 2541 พบว่าปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดไม่แตกต่างกัน ส่วนในช่วงที่มีน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันพบว่าปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนขณะน้ำลงต่ำสุดต่ำกว่าขณะน้ำขึ้นสูงสุดในเดือนกันยายน 2540 ส่วนในเดือนพฤศจิกายน 2540 ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในขณะน้ำลงต่ำสุดและขณะน้ำขึ้นสูงมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดพบว่าโดยส่วนใหญ่

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน



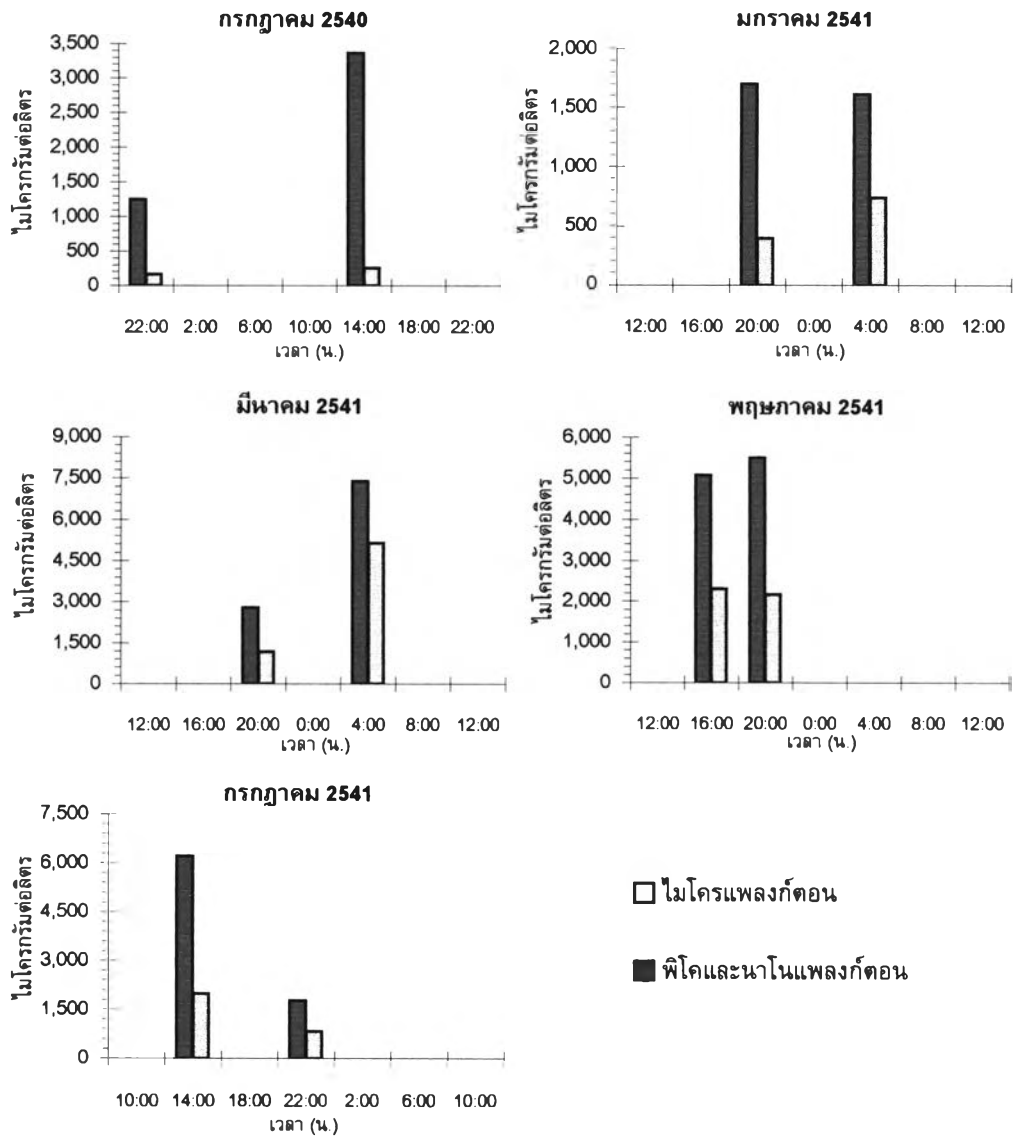
□ ไม่โครเพลงก์ตอน
 ■ พีโคและนาโนเพลงก์ตอน

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน

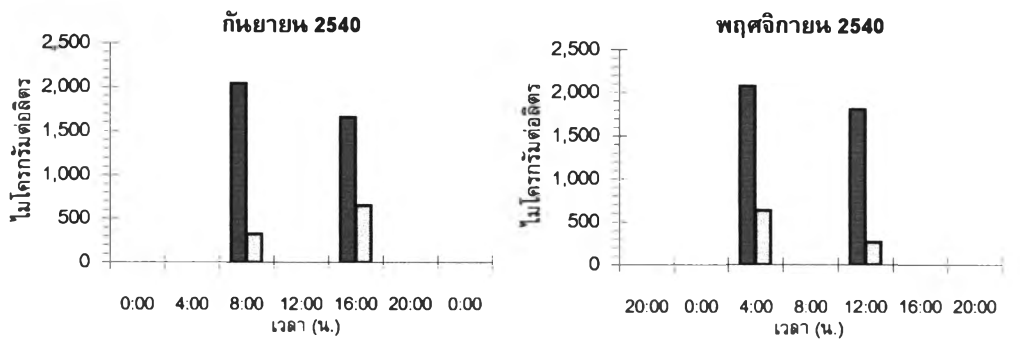


รูปที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของแพลงก์ตอนพืช (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง เดือนกรกฎาคม 2541 (แถบแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ND = ไม่มีข้อมูล)

ช่วงนำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน



ช่วงที่นำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน



รูปที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของแผลงก์ตอนฟิช (ไม่โครกรัมต่อลิตร) ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (ค่าเฉลี่ยจาก n=2)

ใหญ่ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนสูงกว่าไมโครแพลงก์ตอนทุกขณะที่ทำการศึกษา (รูปที่ 27)

อัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน

เมื่อนำค่าอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดในแต่ละเดือนมาคำนวณหาอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนพบว่าไมโครแพลงก์ตอนมีค่าอัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.91-35.83 ส่วนฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนมีค่าอัตราส่วนอยู่ในช่วง 3.80-12.88 ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนมกราคมและมีนาคม 2541 พบว่าอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์ไนโตรเจนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดต่ำกว่าขณะน้ำลงต่ำสุดสำหรับในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันพบว่าอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์ไนโตรเจนขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละขนาดพบว่าในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนจะพบอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์ไนโตรเจนของฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนในขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดมีค่าสูงกว่าไมโครแพลงก์ตอน ยกเว้นในขณะน้ำลงต่ำสุดในเดือนมกราคมมีนาคมและกรกฎาคม 2541 พบว่าอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์ไนโตรเจนของไมโครแพลงก์ตอนมีค่าสูงกว่าฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนอย่างชัดเจน (รูปที่ 28)

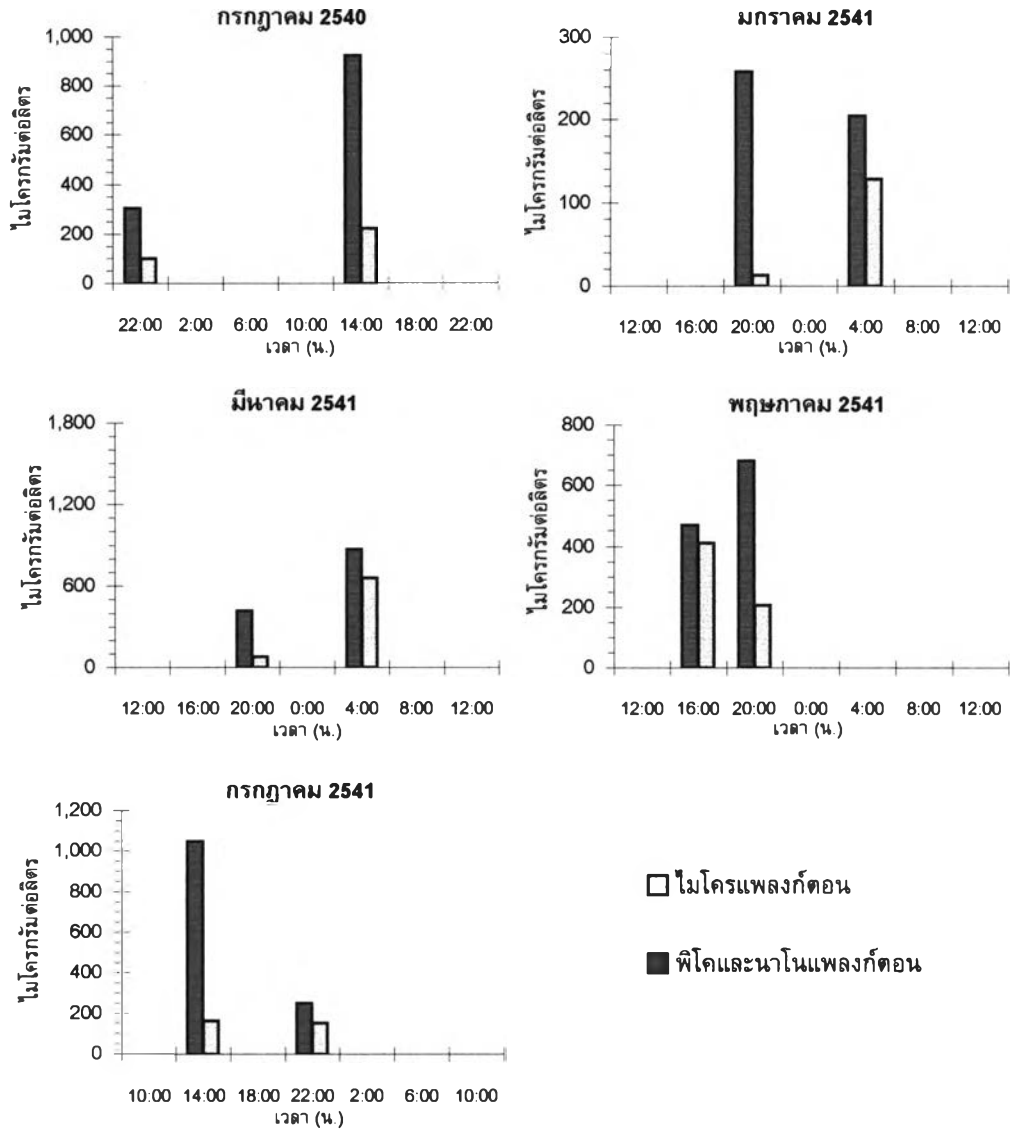
2.4. ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืช

2.4.1. ไมโครแพลงก์ตอน

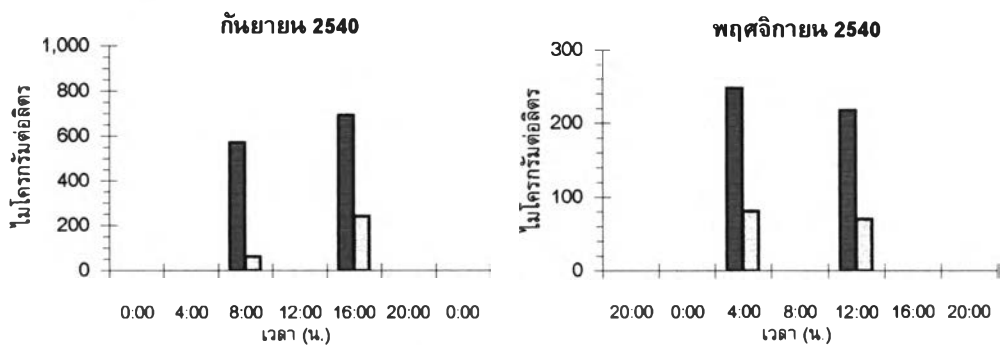
สำหรับประชากรของไมโครแพลงก์ตอนที่พบในการศึกษารั้งนี้ มีรูปแบบการจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลักษณะประชากรเป็น 3 cluster (รูปที่ 29) ดังนี้

cluster I-1 ประกอบด้วยตัวอย่างไมโครแพลงก์ตอน 15 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมกราคมและบางเวลาในเดือนพฤษภาคม 2541 โดยในเดือนกรกฎาคม 2540 และเดือนมกราคม 2541 ไมโครแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันตลอดวัน และคล้ายกับองค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนขณะน้ำกำลังลงเวลา 04:00 น. ในเดือนพฤษภาคม 2541 องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 55 สกุล มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 1.69 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 16) ไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Noctluca* และ *Ceratium* spp. และไดอะตอมสกุล *Epithemia* และ *Pseudo-nitzschia* spp. เป็น characteristic group ของ cluster นี้ โดยมีไมโครแพลงก์ตอนที่เป็นสกุลเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* ไดอะตอมสกุล *Skeletonema* *Thalassiosira* spp. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Spirulina* และไดอะตอมสกุล *Nitzschia* (รูปที่ 30) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้มีค่าเท่ากับ 14.65 ± 4.75 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างต่ำเท่ากับ 3.22 ± 1.31 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน, ไนเตรทและฟอสเฟตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster I-2 แต่ต่ำกว่า cluster II โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.72 ± 5.32 , 3.33 ± 2.20 และ 9.47 ± 2.62

ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน

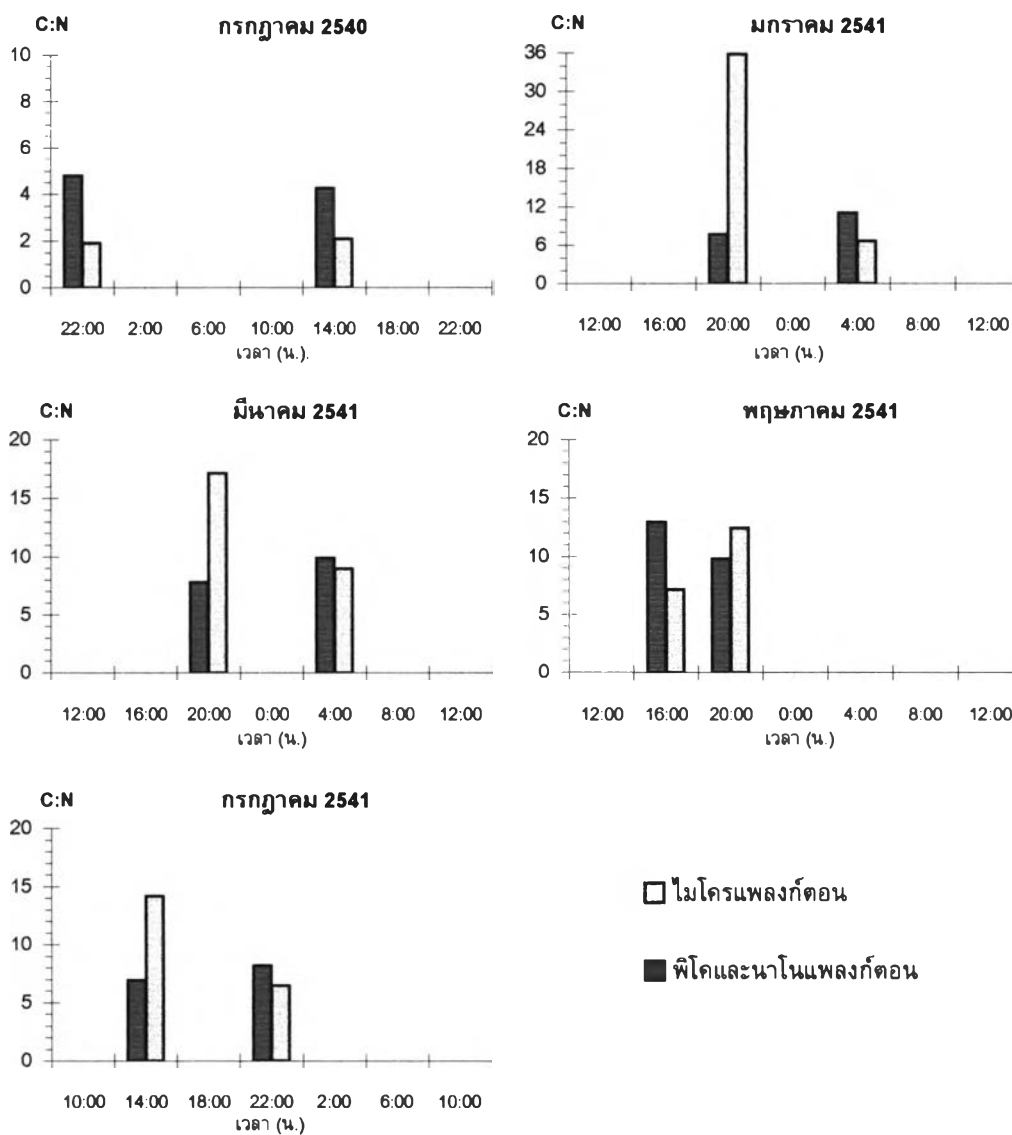


ช่วงน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน

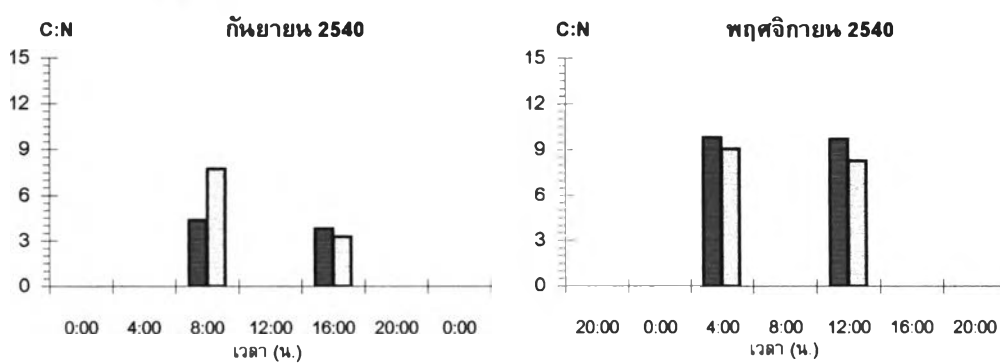


รูปที่ 27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์ในโตรเจนของแพลงก์ตอนพืช (ไม่โครกรัมต่อลิตร) ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (ค่าเฉลี่ยจาก n=2)

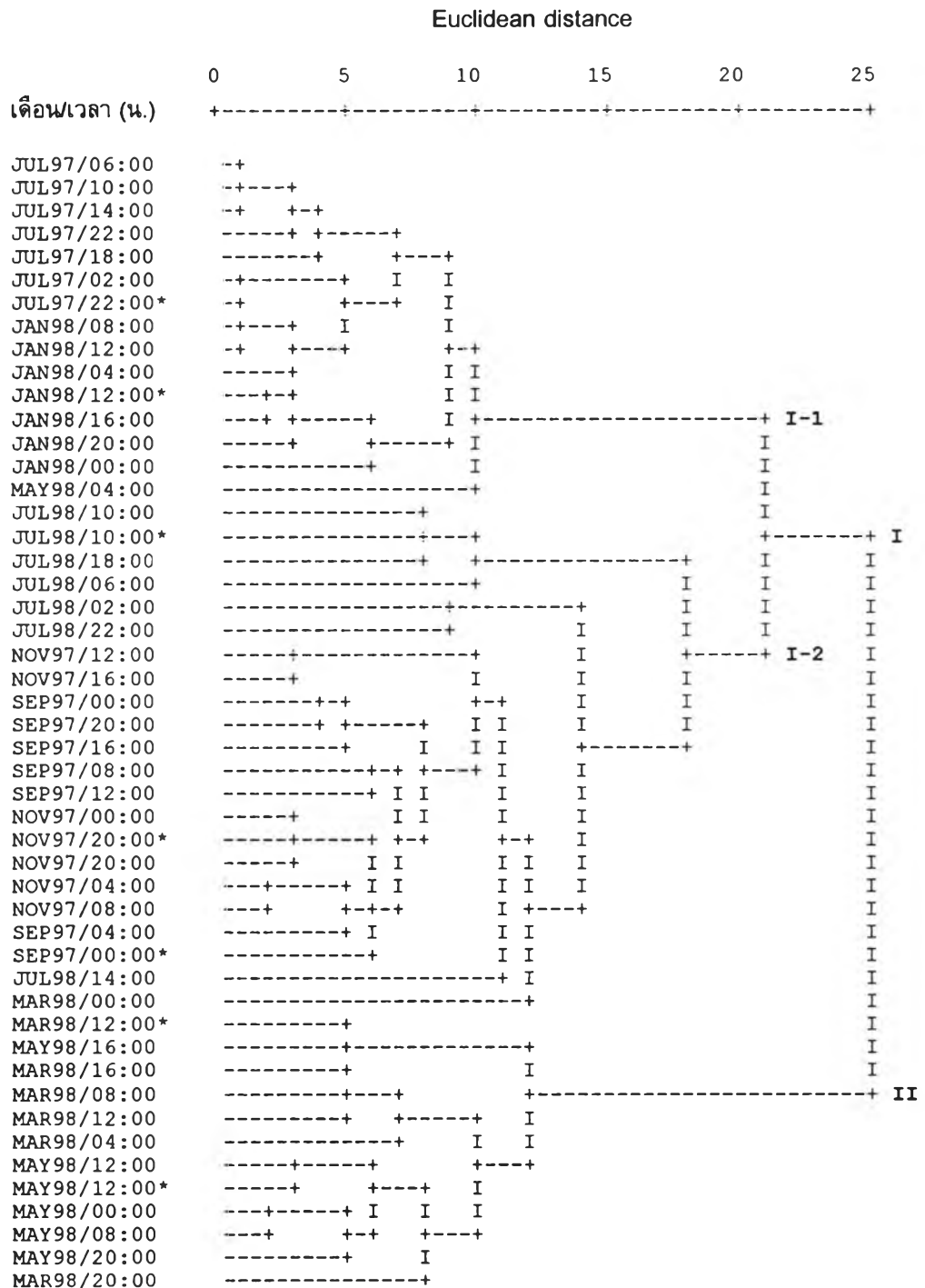
ช่วงน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืน



ช่วงน้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวัน



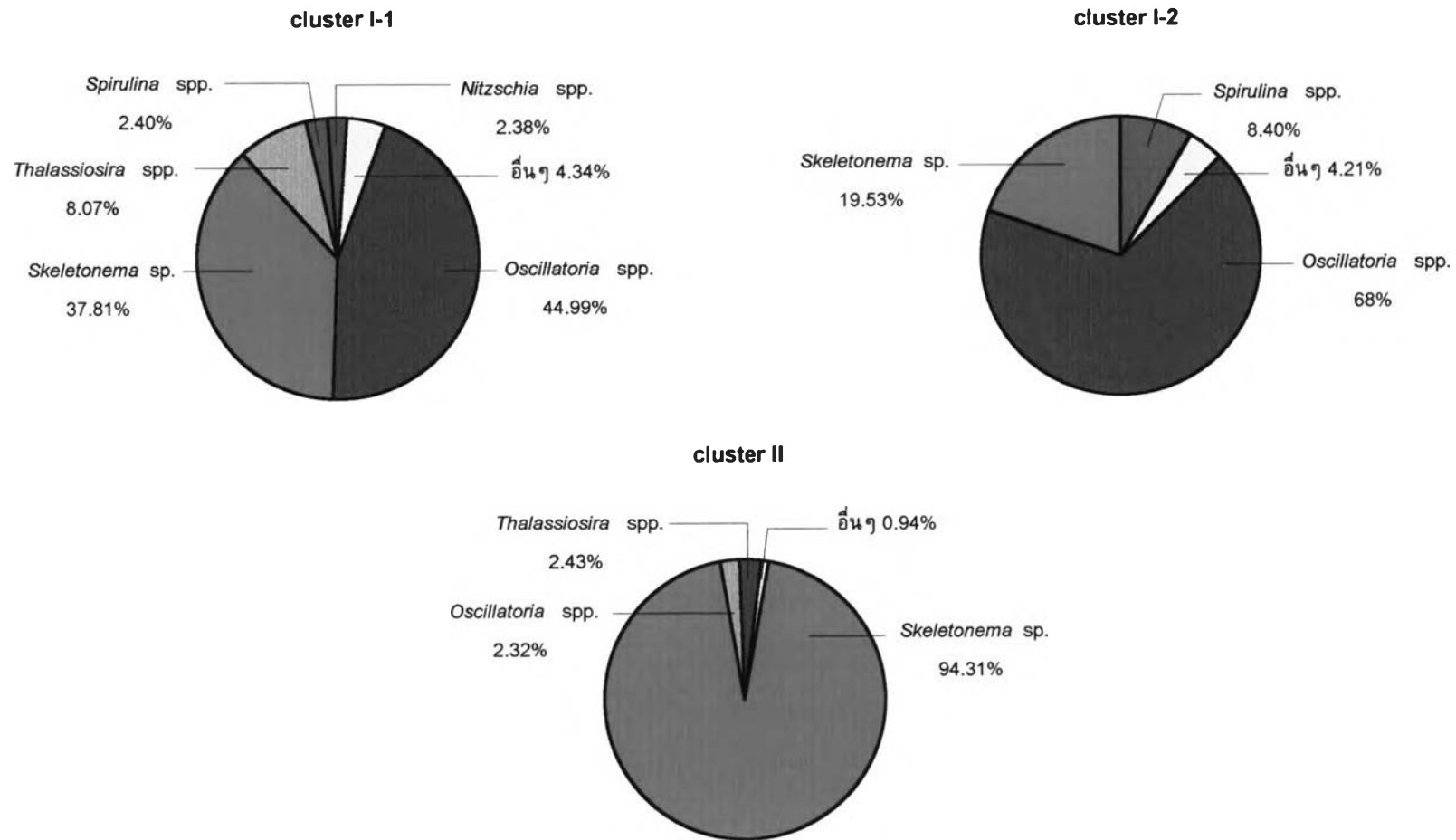
รูปที่ 28 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนโดยโมลของอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืช ในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (ค่าเฉลี่ยจาก $n=2$)



รูปที่ 29 Dendrogram แสดงค่า Dissimilarity ในรูป Euclidean distance ของความหนาแน่นของ ไมโครแพลงก์ตอนในروبวัน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (* คือเวลาที่เก็บตัวอย่างครั้งแรกในแต่ละเดือน)

ตารางที่ 16 ลักษณะประชากรไมโครแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละ cluster จากการเก็บตัวอย่างในรอบวันระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

Cluster	จำนวนสกุลของ ไมโครแพลงก์ตอน	ความหนาแน่นรวม (ร้อยละ)	Characteristic group	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารเฉลี่ย (±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
I-1	55	1.69	<i>Noctluca</i> sp. <i>Epithemia</i> sp. <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Ceratium</i> spp.	ความเค็ม 14.65±4.75 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 3.22±1.31 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 56.14±40.82 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 7.72±5.32 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 3.33±2.20 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 9.47±2.62 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 204.85±49.01 ไมโครโมลต่อลิตร
I-2	68	27.91	<i>Ankistrodesmus</i> spp., <i>Arthrodesmus</i> spp., <i>Coenocystis</i> spp., <i>Oocystis</i> spp., <i>Staurastrum</i> spp., <i>Strombomonas</i> spp., <i>Dinobryon</i> sp., <i>Amphora</i> spp., <i>Cryptomonas</i> spp., Unidentified flagellates, <i>Hyaloraphidium</i> spp., <i>Phacus</i> spp., <i>Trachelomonas</i> spp., <i>Chaetoceros</i> spp., <i>Euglena</i> spp., <i>Coelastrum</i> spp., <i>Monoraphidium</i> spp., <i>Eucampia</i> spp., Coccolithophorids,	ความเค็ม 6.34±4.52 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.45±1.56 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 50.30±16.37 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 1.37±1.62 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 1.11±1.44 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 7.59±2.92 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 232.55±64.30 ไมโครโมลต่อลิตร
II	49	70.40	<i>Thalassionema</i> spp. <i>Skeletonema</i> spp. <i>Dictyocha</i> spp.	ความเค็ม 15.60±4.59 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 3.99±1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 11.15±10.44 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 10.54±5.32 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 5.08±3.59 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 11.14±4.00 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 141.10±53.45 ไมโครโมลต่อลิตร



รูปที่ 30 ไมโครแพลงก์ตอนสกุลเด่นที่พบในแต่ละ cluster จากการเก็บตัวอย่างในรอบวันระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณซิลิเกตสูงกว่าใน cluster II และต่ำกว่า cluster I-2 โดยมีค่าเท่ากับ 204.85 ± 49.01 ไมโครโมลต่อลิตร ส่วนปริมาณแอมโมเนียมสูงกว่าใน cluster อื่นคือ 56.14 ± 40.82 ไมโครโมลต่อลิตร

cluster I-2 เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดประกอบด้วยตัวอย่างไมโครแพลงก์ตอน 22 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนกรกฎาคม 2541 และตัวอย่างที่เวลา 0:00 น. เดือนมีนาคม 2541 และในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันในเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 โดยในเดือนกันยายน 2540 พฤศจิกายน 2540 และเดือนกรกฎาคม 2541 องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนมีความคล้ายคลึงกันตลอดวัน คือประกอบด้วยไมโครแพลงก์ตอน 68 สกุล มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 27.91 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 16) ไมโครแพลงก์ตอนที่เป็น characteristic group ของ cluster นี้ได้แก่ คริปโตโมแนคสกุล *Cryptomonas* คอคโคลิโพรอริส ไครโซไฟต์สกุล *Dinobryon* ยูกลีนาออยด์สกุล *Phacus*, *Strombomonas* spp. *Trachelomonas* spp., และ *Euglena* spp. สาหร่ายสีเขียวสกุล *Ankistrodesmus*, *Arthrodesmus* spp., *Coenocystis* spp., *Oocystis* spp., *Staurastrum* spp., *Hyaloraphidium* spp., *Coelastrum* spp. และ *Monoraphidium* spp. ไดอะตอมสกุล *Amphora*, *Chaetoceros* spp. และ *Eucampia* spp. และแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้สำหรับไมโครแพลงก์ตอนที่เป็นสกุลเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* ไดอะตอมสกุล *Skeletonema* และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Spirulina* (รูปที่ 30) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำในช่วงเวลาต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.34 ± 4.52 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำมากเท่ากับ 2.45 ± 1.56 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหาร ไนโตรเจนในเตรทและฟอสเฟตมีปริมาณต่ำกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.37 ± 1.62 , 1.11 ± 1.44 และ 7.59 ± 2.52 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมต่ำกว่าใน cluster I-1 (50.30 ± 16.37 ไมโครโมลต่อลิตร) ส่วนซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 232.55 ± 64.30 ไมโครโมลต่อลิตรซึ่งสูงกว่า cluster อื่น

cluster II ประกอบด้วยตัวอย่างไมโครแพลงก์ตอน 12 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 ยกเว้นขณะน้ำลงตอนเที่ยงคืนในเดือนมีนาคม 2541 ส่วนในเดือนพฤษภาคม 2541 องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนคล้ายคลึงกันตลอดวัน ยกเว้นขณะน้ำกำลังลงเวลา 04:00 น. องค์ประกอบของไมโครแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 49 สกุลมีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 70.40 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 16) ไดอะตอมสกุล *Thalassionema* และ *Skeletonema* sp. และซิลิโคแฟลกเจลเลตสกุล *Dictyocha* เป็น characteristic group ของ cluster นี้ โดยมีไมโครแพลงก์ตอนที่เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อยได้แก่ ไดอะตอมสกุล *Skeletonema* *Thalassiosira* spp. และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Oscillatoria* (รูปที่ 30) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้ค่อนข้างสูงเท่ากับ 15.60 ± 4.59 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 3.99 ± 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในเตรท และฟอสเฟตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 ± 5.32 , 5.08 ± 3.59 และ 11.14 ± 4.00 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมและซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 11.15 ± 10.44 และ 141.10 ± 53.45 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า cluster อื่น

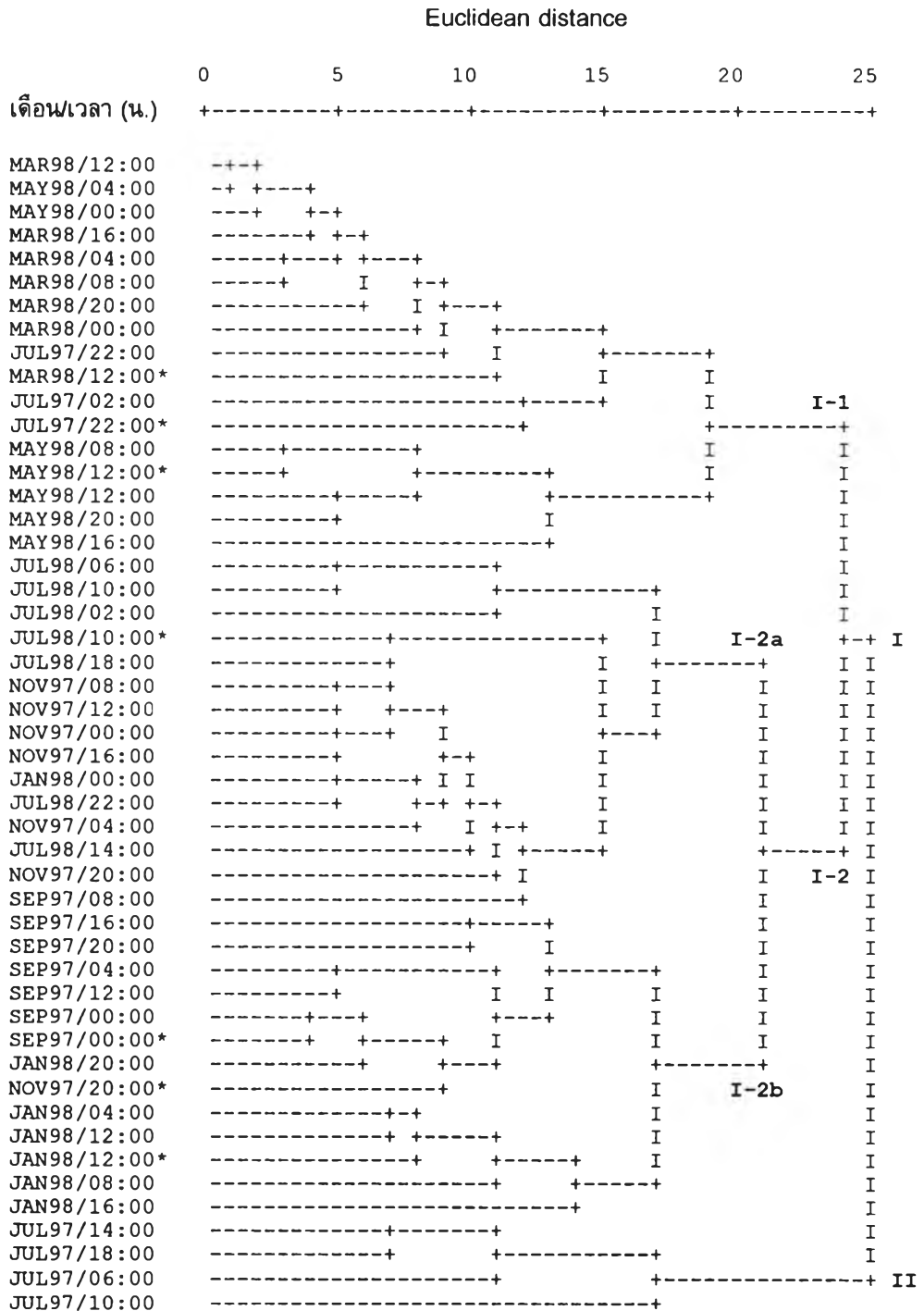
2.4.2. นาโนแพลงก์ตอน

สำหรับลักษณะประชากรของนาโนแพลงก์ตอนที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของลักษณะประชากรได้เป็น 4 cluster (รูปที่ 31) ดังนี้

cluster I-1 เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอน 17 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนกรกฎาคม 2540 เดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 โดยในเดือนกรกฎาคม 2540 พบนาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันในเวลากลางคืน ส่วนในเดือนมีนาคมและพฤษภาคม 2541 นาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันตลอดวัน องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชใน cluster นี้มี 6 กลุ่ม มีความหนาแน่นรวมคิดเป็นร้อยละ 12.94 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 17) ไม่พบนาโนแพลงก์ตอนที่ เป็น characteristic group ของ cluster นี้ ส่วนนาโนแพลงก์ตอนที่ เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ centric diatoms แพลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสาหร่ายสีเขียว (รูปที่ 32) ความเค็มและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใน cluster นี้สูงกว่า cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.26 ± 5.37 psu และ 3.74 ± 1.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในไตรท และฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.83 ± 4.76 , 4.94 ± 3.34 และ 10.71 ± 4.00 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมต่ำกว่า cluster อื่น (21.07 ± 23.22 ไมโครโมลต่อลิตร) ส่วนซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 151.49 ± 53.83 ไมโครโมลต่อลิตร

cluster I-2a ประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอน 15 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนมกราคมและกรกฎาคม 2541 และในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันในเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 โดยในเดือนกันยายน 2540 และเดือนมกราคม 2541 นาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันในขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 8:00 น. และขณะน้ำกำลังขึ้นเวลา 0:00 น ตามลำดับ ในเดือนกรกฎาคม 2541 พบนาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันตลอดวัน ส่วนในเดือนพฤศจิกายน 2540 องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนที่คล้ายกับช่วงเวลาอื่นใน cluster นี้จะพบได้ทั้งวันยกเว้นขณะน้ำขึ้นเวลา 20:00 น. องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 7 กลุ่ม ความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 31.15 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 17) สาหร่ายสีเขียวและไดโนแฟลกเจลเลตเป็น characteristic group ของ cluster นี้ โดยมีนาโนแพลงก์ตอนที่ เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว centric diatoms และแพลกเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (รูปที่ 32) ความเค็มและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใน cluster นี้ต่ำกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.73 ± 5.21 psu และ 2.51 ± 1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในไตรท และฟอสเฟตมีปริมาณต่ำกว่าใน cluster อื่นเช่นกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.16 ± 0.93 , 0.51 ± 0.73 และ 6.88 ± 3.19 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียม มีค่าเท่ากับ 46.34 ± 16.18 ไมโครโมลต่อลิตร ส่วนซิลิเกตมีปริมาณสูงกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 238.63 ± 76.12 ไมโครโมลต่อลิตร

cluster I-2b ประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอนเพียง 13 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนมกราคม 2541 และในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางวันในเดือนกันยายนและพฤศจิกายน 2540 โดยในเดือนกันยายน 2540 และเดือนมกราคม 2541 องค์ประกอบของ



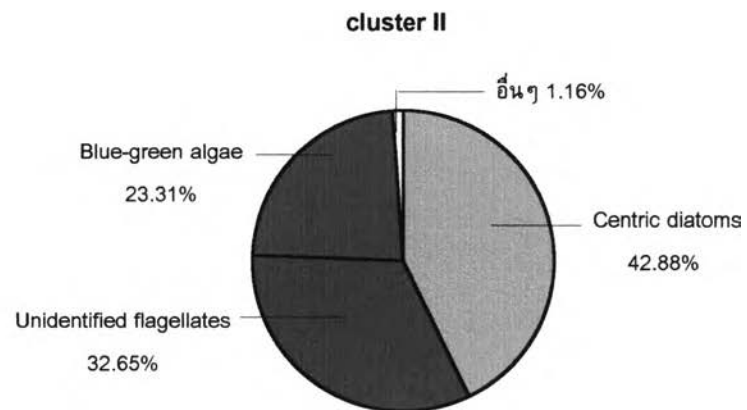
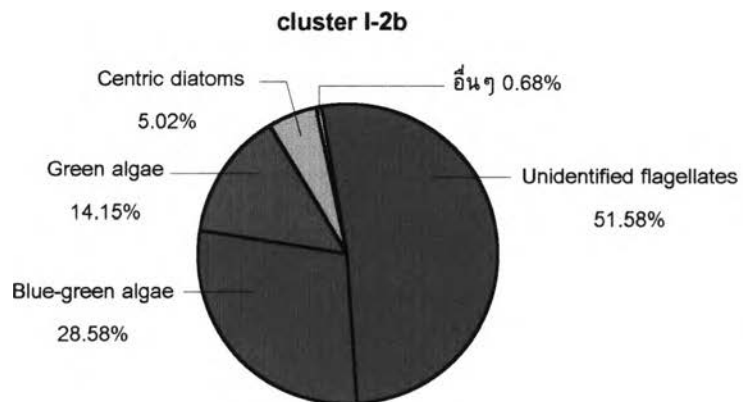
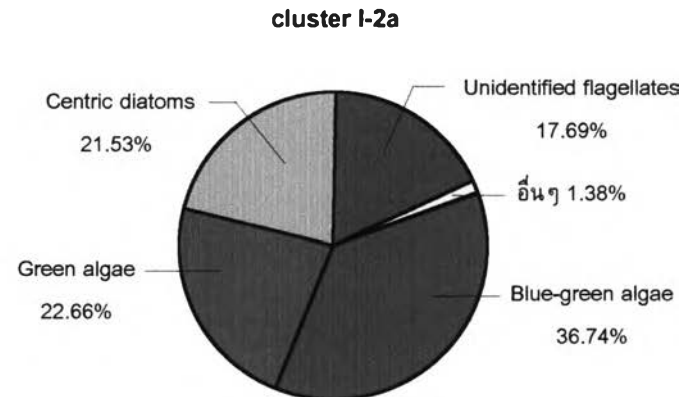
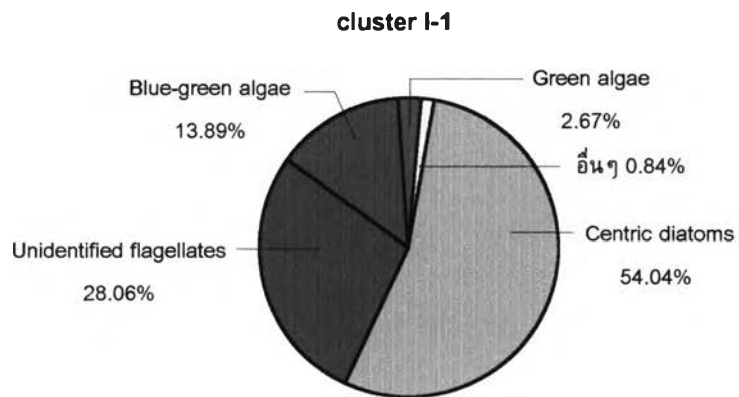
รูปที่ 31 Dendrogram แสดงค่า Dissimilarity ในรูป Euclidean distance ของความหนาแน่นของ
 นาโนแพลงก์ตอนในรอบวัน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541
 (* คือเวลาที่เก็บตัวอย่างครั้งแรกในแต่ละเดือน)

ตารางที่ 17 ลักษณะประชากรนาโนแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละ cluster จากการเก็บตัวอย่างในรอบวันระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

Cluster	จำนวนกลุ่มของ นาโนแพลงก์ตอน	ความหนาแน่นรวม (ร้อยละ)	Characteristic group	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารเฉลี่ย (±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
I-1	6	12.94	-	ความเค็ม 16.26±5.37 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 3.74±1.39 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 21.07±23.22 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 9.83±4.76 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 4.94±3.34 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 10.71±4.00 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 151.49±53.83 ไมโครโมลต่อลิตร
I-2a	7	31.15	Green algae Dinoflagellates	ความเค็ม 6.73±5.21 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.51±1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 46.34±16.18 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 1.16±0.93 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 0.51±0.73 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 6.88±3.19 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 238.63±76.12 ไมโครโมลต่อลิตร
I-2b	7	15.19	Coccolithophorids	ความเค็ม 9.63±4.97 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.97±1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 43.98±20.22 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 2.21±1.37 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรท 2.06±1.37 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 8.79±1.33 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 215.78±39.16 ไมโครโมลต่อลิตร

ตารางที่ 17 (ต่อ)

Cluster	จำนวนกลุ่มของ นาโนแพลงก์ตอน	ความหนาแน่นรวม (ร้อยละ)	Characteristic group	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
II	5	40.73	Centric diatoms	ความเค็ม 10.96 ± 1.42 psu ออกซิเจนละลายน้ำ 2.60 ± 0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียม 114.32 ± 7.98 ไมโครโมลต่อลิตร ไนโตรเจน 14.83 ± 3.14 ไมโครโมลต่อลิตร ไนเตรต 4.26 ± 0.52 ไมโครโมลต่อลิตร ฟอสเฟต 10.80 ± 1.10 ไมโครโมลต่อลิตร ซิลิเกต 230.57 ± 25.29 ไมโครโมลต่อลิตร



รูปที่ 32 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละ cluster จากการเก็บตัวอย่างในรอบวันระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

นาโนแพลงก์ตอนที่คล้ายกับช่วงเวลาอื่นใน cluster นี้จะพบได้ทั้งวัน ยกเว้นขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 8:00 น. และขณะน้ำกำลังขึ้นเวลา 0:00 น ส่วนในเดือนพฤศจิกายน 2540 นาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันในขณะที่น้ำขึ้นเวลา 20:00 น. องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 7 กลุ่ม มีความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 15.19 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 17) นาโนแพลงก์ตอนที่เป็น characteristic group ของ cluster นี้ ได้แก่ คอคโคลิโอฟอริธ ซึ่งมีนาโนแพลงก์ตอนที่เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ แฟล็กเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว และ centric diatoms (รูปที่ 32) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใน cluster นี้เท่ากับ 9.63 ± 4.97 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 2.97 ± 1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน ไนเตรทและฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.21 ± 1.37 , 2.06 ± 1.37 และ 8.79 ± 1.33 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียมและซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.98 ± 20.22 และ 215.78 ± 39.16 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ

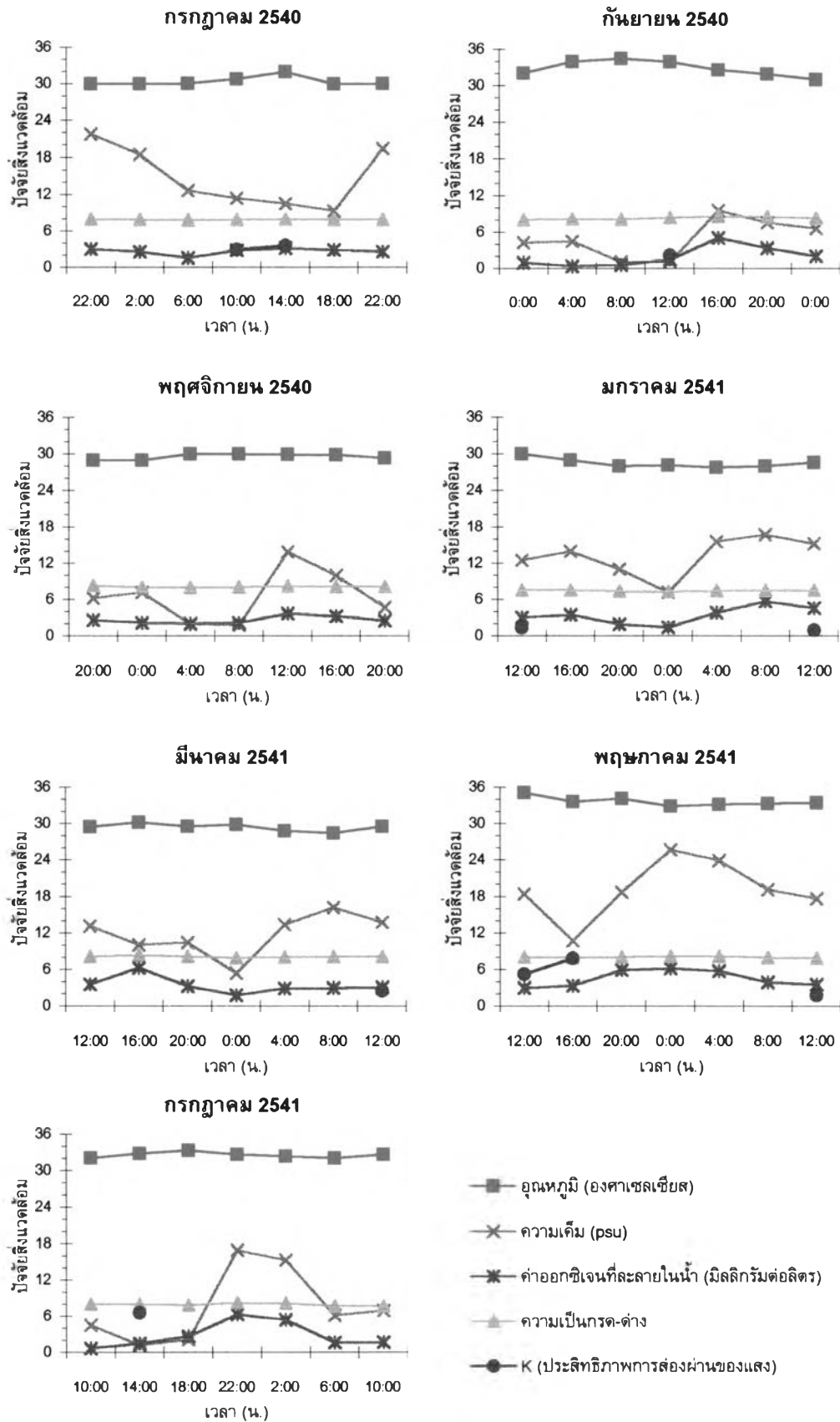
cluster II เป็นกลุ่มเล็กที่สุดประกอบด้วยตัวอย่างนาโนแพลงก์ตอน 4 ตัวอย่าง พบกระจายอยู่ในช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุดตอนกลางคืนในเดือนกรกฎาคม 2540 พบนาโนแพลงก์ตอนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันในเวลากลางวัน องค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนใน cluster นี้มี 5 กลุ่ม ความหนาแน่นรวมเท่ากับร้อยละ 40.73 ของความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด (ตารางที่ 17) centric diatoms เป็น characteristic group ของ cluster นี้ โดยมีนาโนแพลงก์ตอนที่เป็นกลุ่มเด่นเรียงลำดับตามความหนาแน่นจากมากไปน้อย ได้แก่ centric diatoms แฟล็กเจลเลตที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ สาหร่ายสีเขียว และ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (รูปที่ 32) ความเค็มและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใน cluster นี้ต่ำกว่าใน cluster อื่นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.96 ± 1.42 psu และ 2.60 ± 0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอาหารไนโตรเจน ไนเตรทและฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.83 ± 3.14 , 4.26 ± 0.52 และ 10.80 ± 1.10 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมและซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.32 ± 7.98 และ 230.57 ± 25.29 ไมโครโมลต่อลิตร

2.5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

2.5.1. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงในรอบวันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังแสดงในรูปที่ 33 ซึ่งรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงในรอบวันรวมทั้งการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมในรอบวันและในแต่ละเดือน (ยกเว้นประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง) และการหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละตัว (ยกเว้นประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง) กับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลโดยให้ความลึกเป็นตัวแทนของน้ำขึ้นน้ำลงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากการเปรียบเทียบค่าความลึกในรอบวันในแต่ละเดือนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน แต่มีความแตกต่างกันในรอบวัน ($p < 0.01$) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความลึกในรอบวันเป็นผลมาจากการขึ้น-ลงของน้ำทะเลนั่นเองโดยขณะน้ำขึ้นความลึกของน้ำจะมากขึ้นและในขณะที่น้ำลงความลึกของน้ำก็จะลดลง ความลึกของน้ำสูงสุดที่ระดับ 3.50 เมตรในขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดเวลา 22:00น.และ 20:00น.ใน



รูปที่ 33 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

เดือนกรกฎาคม 2540 และพฤษภาคม 2541 ตามลำดับ และความลึกต่ำสุดที่ระดับ 0.40 เมตรขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 4:00 น. ในเดือนพฤศจิกายน 2540

ค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง (K) ในรอบวันที่คำนวณได้จากค่าความเข้มแสงใต้น้ำที่วัดในช่วงกลางวันยกเว้นเดือนพฤศจิกายน 2540 พบว่ามีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2541 เวลา 16:00 น. เท่ากับ 7.85 และต่ำสุดในเดือนมกราคม 2541 เวลา 12:00 น. เท่ากับ 0.94

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันในแต่ละเดือนมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในรอบวัน แต่มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน ($p < 0.01$) โดยอุณหภูมิมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 33.69 ± 0.28 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนมกราคม 2541 เท่ากับ 28.51 ± 0.29 องศาเซลเซียส สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

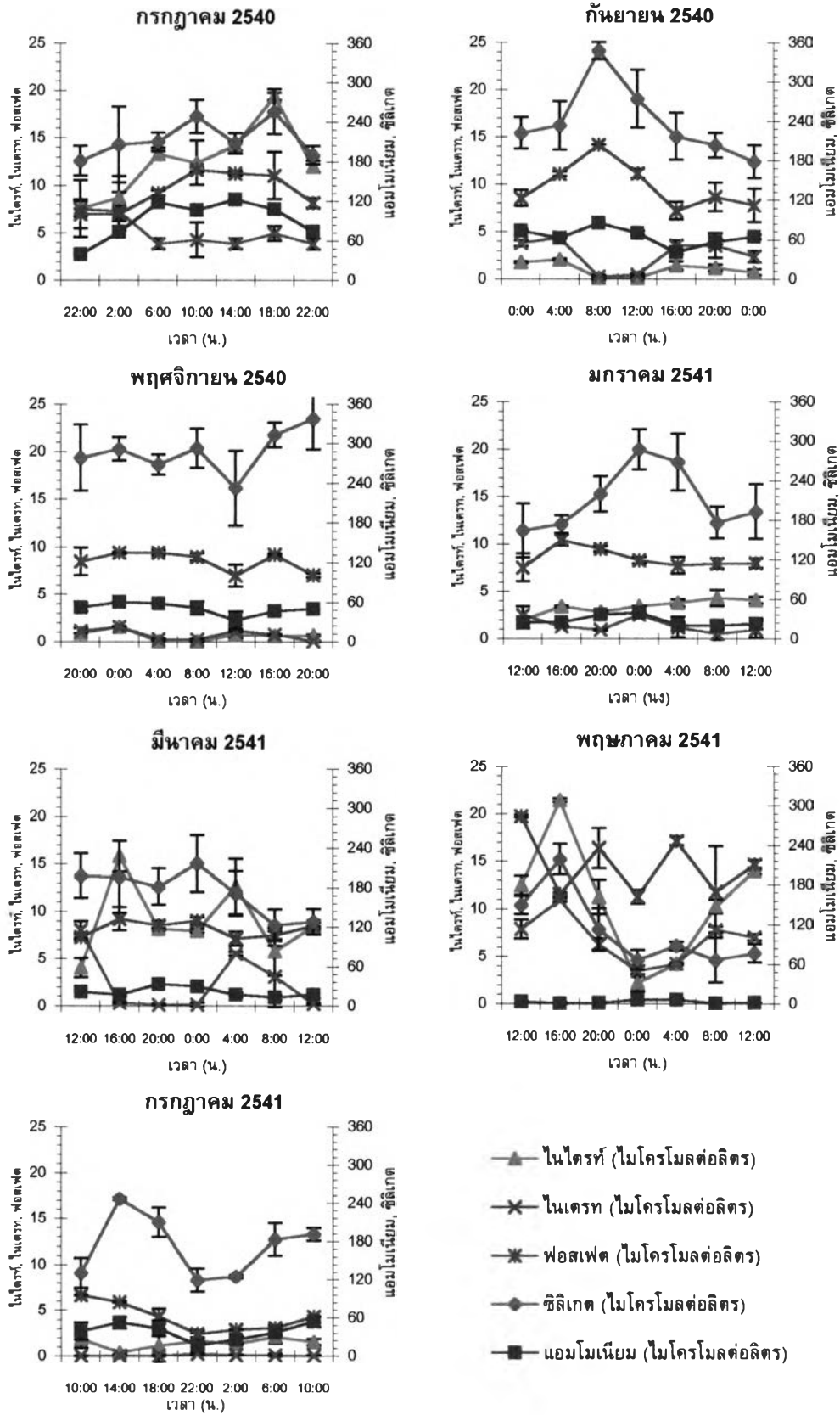
การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-เบสในรอบวันในแต่ละเดือนมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และจากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความเป็นกรด-เบสในรอบวันในแต่ละเดือนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในรอบวันแต่แตกต่างกันระหว่างเดือน ($p < 0.01$) โดยพบว่าในเดือนกันยายน 2540 มีค่าความเป็นกรด-เบสเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.37 ± 0.09 และเดือนมกราคม 2541 มีค่าต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 ± 0.04 สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสของน้ำกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

ความเค็มของน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.15 ± 1.91 psu ซึ่งจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเค็มในรอบวันในแต่ละเดือนพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยความเค็มมีค่าสูงสุดเท่ากับ 25.70 psu ในเดือนพฤษภาคม 2541 ขณะน้ำเริ่มลงเวลา 0:00 น. และต่ำสุดเท่ากับ 1.13 psu ในเดือนกันยายน 2540 ขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 8:00 น. ซึ่งจะเห็นได้ว่าในรอบวันความเค็มของน้ำมีความแปรผันมากในทุกๆเดือนโดยมีการแปรผันของความเค็มตามการขึ้น-ลงของน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.41 โดยในขณะที่น้ำขึ้นจะพบว่าความเค็มของน้ำสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนละลายน้ำในรอบวันในแต่ละเดือนมีการแปรผันไม่มากนักเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในรอบวันและในแต่ละเดือนพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยมีค่าสูงสุดในขณะน้ำขึ้นสูงสุดเวลา 22:00 น. ในเดือนกรกฎาคม 2540 เท่ากับ 6.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำสุดในขณะน้ำกำลังลงต่ำสุดเวลา 4:00 น. ในเดือนกันยายน 2540 เท่ากับ 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.51 นั่นคือในขณะที่น้ำขึ้นจะพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น

2.5.2. ปริมาณสารอาหารหลัก

การเปลี่ยนแปลงในรอบวันของปริมาณสารอาหารหลักดังแสดงในรูปที่ 34 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในรอบวันรวมทั้งการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันและในแต่ละเดือน และหาค่าความสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างปริมาณสาร



รูปที่ 34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (แถบแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

อาหารหลักแต่ละตัวกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลโดยให้ความลึกเป็นตัวแทนของน้ำขึ้นน้ำลงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียมในรอบวันมีความแปรผันมากในบางเดือนเท่านั้น แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนียมในรอบวันและในแต่ละเดือนพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยมีค่าสูงสุดในขณะน้ำกำลังลงต่ำสุดเวลา 14:00 น. ในเดือนกรกฎาคม 2540 เท่ากับ 123.05 ไมโครโมลต่อลิตร และต่ำสุดในขณะน้ำขึ้นเวลา 8:00น.ในเดือนพฤษภาคม 2541 เท่ากับ 0.83 ไมโครโมลต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียมมีความสัมพันธ์กับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียมกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลเท่ากับ -0.33 ซึ่งพบว่าในขณะน้ำขึ้นจะพบปริมาณแอมโมเนียมน้อยลง

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในรอบวันในแต่ละเดือนมีความแปรผันมากในบางเดือน จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในรอบวันในแต่ละเดือนพบว่าไม่มีความแตกต่างในรอบวันแต่แตกต่างในระหว่างเดือน ($p < 0.01$) โดยพบว่าในเดือนกรกฎาคม 2540 มีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 12.52 ± 1.46 ไมโครโมลต่อลิตร และเดือนพฤศจิกายน 2540 มีค่าต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 ± 0.20 ไมโครโมลต่อลิตร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนเตรทในรอบวันในแต่ละเดือนพบว่าไม่มีความแตกต่างในรอบวันแต่แตกต่างในระหว่างเดือน ($p < 0.01$) โดยมีปริมาณไนเตรทเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2541 เท่ากับ 6.82 ± 0.95 ไมโครโมลต่อลิตร และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 2541 เฉลี่ยเท่ากับ 0.09 ± 0.03 ไมโครโมลต่อลิตร การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรทในรอบวันในแต่ละเดือน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรทกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฟอสเฟตในรอบวันและในแต่ละเดือนพบว่า มีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยมีค่าสูงสุดในขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 12:00น.ในเดือนพฤษภาคม 2541 เท่ากับ 19.73 ไมโครโมลต่อลิตร และต่ำสุดในขณะน้ำขึ้นสูงสุดเวลา 22:00น.ในเดือนกรกฎาคม 2541 เท่ากับ 2.42 ไมโครโมลต่อลิตร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสเฟตกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณซิลิเกตในรอบวันมีความแปรผันมากในทุก ๆ เดือน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณซิลิเกตในรอบวันและในแต่ละเดือนพบว่า มีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 123.05 ไมโครโมลต่อลิตร ในเดือนกันยายน 2540 ขณะน้ำลงต่ำสุดเวลา 8:00น. และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 66.88 ไมโครโมลต่อลิตร ในเดือนพฤษภาคม 2541 ขณะน้ำกำลังลงและน้ำขึ้นเวลา 0:00น.และ 8:00น.ตามลำดับ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิลิเกตกับการขึ้น-ลงของน้ำทะเลพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.29 นั่นคือในขณะน้ำขึ้นจะพบปริมาณซิลิเกตมากขึ้น

2.6. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ค่อนพีชและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

2.6.1. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของไมโครแพลงก์ตอนและไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากในรอบวันกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอุณหภูมิและไนโตรเจน และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) กับปริมาณแอมโมเนียม โดยเมื่ออุณหภูมิหรือปริมาณแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนลดลง แต่เมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนมากขึ้นด้วย สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณแอมโมเนียมและไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปริมาณไนเตรทและซิลิเกต กล่าวคือเมื่อปริมาณแอมโมเนียมหรือซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนลดลง แต่เมื่อปริมาณไนโตรเจนหรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนมากขึ้น (ตารางที่ 18) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าปริมาณแอมโมเนียมและความลึกมีผลทำให้ความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปริมาณแอมโมเนียมมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนมากกว่าความลึก ส่วนปัจจัยที่มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% คือปริมาณไนโตรเจน (ตารางที่ 19) สำหรับความสัมพันธ์ของไมโครแพลงก์ตอนในแต่ละกลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักมีดังนี้

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงหรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มหรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวได้น้อยลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณไนโตรเจน ไนเตรทและฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อปริมาณไนโตรเจน ไนเตรทหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ออกซิเจนละลายน้ำและไนโตรเจนมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ตารางที่ 18 สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของไมโครแฟลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ ปริมาณสารอาหารหลัก	ปริมาณ							
	ไมโครแฟลงก์ตอน	คลอโรฟิลล์-เอ	สาหร่ายสีน้ำเงิน แกมเขียว	ไดโนแฟลกเจลเลต	ไดอะตอม	สาหร่าย สีเขียว	ยูกลีโนยด์	แฟลกเจลเลต
ความลึก	-0.109	-0.124	-0.204	0.199	-0.026	-0.074	-0.364*	-0.239
ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง	0.411	0.269	0.820**	-0.208	0.093	0.872**	0.499	0.104
อุณหภูมิ	-0.306*	0.217	0.367**	-0.143	0.160	0.311*	0.295*	0.132
ความเป็นกรด-เบส	0.167	0.175	0.068	0.030	0.145	0.077	-0.017	-0.009
ความเค็ม	-0.064	0.075	-0.619**	0.124	0.205	-0.521**	-0.495**	-0.230
ออกซิเจนละลายน้ำ	0.093	0.217	-0.439**	0.282*	0.289*	-0.327*	-0.391**	-0.151
แอมโมเนียม	-0.427**	-0.380**	0.156	-0.139	-0.516**	0.112	0.144	0.048
ไนไตรท์	0.300*	0.500**	-0.438**	-0.238	0.507**	-0.430**	-0.326*	-0.134
ไนเตรท	0.176	0.303*	-0.450**	-0.228	0.383**	-0.431**	-0.363*	-0.142
ฟอสเฟต	-0.014	0.094	-0.403**	-0.236	0.164	-0.477**	-0.240	-0.133
ซิลิเกต	-0.270	-0.298*	0.165	0.044	-0.355*	0.105	0.179	0.098

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและคลอโรฟิลล์-เอของไมโครแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (Depth= ความลึก, K= ประสิทธิภาพการส่องผ่านแสง, T= อุณหภูมิ, pH= ความเป็นกรด-เบส, Sal= ความเค็ม, DO= ออกซิเจนละลายน้ำ, NH₄= แอมโมเนียม, NO₂= ไนไตรท์, NO₃= ไนเตรท, PO₄= ฟอสเฟต และ Si= ซิลิเกต)

	สมการความสัมพันธ์	R ²
ไมโครแพลงก์ตอน	$= 4.99 \times 10^7 - 2.78 \times 10^6 \text{ NH}_4 - 1.46 \times 10^7 \text{ Depth}$	0.676
คลอโรฟิลล์-เอ	$= 4.11 + 1.22 \text{ NO}_2$	0.350
สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว	$= 8.74 \times 10^6 + 6.59 \times 10^5 \text{ K} - 2.06 \times 10^6 \text{ DO} - 2.83 \times 10^5 \text{ NO}_2$	0.912
ไดอะตอม	$= 1.97 \times 10^7 + 2.16 \times 10^6 \text{ NO}_2 - 3.02 \times 10^5 \text{ NH}_4 - 1.21 \times 10^6 \text{ Sal}$	0.943
สาหร่ายสีเขียว	$= 5.18 \times 10^4 + 9.67 \times 10^3 \text{ K} - 3.33 \times 10^3 \text{ Sal} - 2.63 \times 10^3 \text{ NO}_2$	0.962
ยูกลีโนยด์	$= 2.43 \times 10^4 - 1.67 \times 10^3 \text{ Sal}$	0.585

แบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ได้แก่ ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ออกซิเจนละลายน้ำและไนไตรท์ (ตารางที่ 19)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมากขึ้น สำหรับความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต ไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถ้าปริมาณไนไตรท์ ไนเตรทหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตลดลง (ตารางที่ 18)

ความหนาแน่นของไดอะตอมไม่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และความเค็ม แต่มีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดอะตอมกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าความหนาแน่นของไดอะตอมกับแอมโมเนียม ไนไตรท์และไนเตรทมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) และความหนาแน่นของไดอะตอมกับซิลิเกตมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กล่าวคือเมื่อปริมาณแอมโมเนียมหรือซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมน้อยลง แต่เมื่อปริมาณไนไตรท์หรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดอะตอมมากขึ้น (ตารางที่ 18) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดอะตอมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความ

เค็ม แอมโมเนียมและไนไตรท์ มีผลทำให้ความหนาแน่นของไคอะตอมเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของไคอะตอมเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ไนไตรท์ แอมโมเนียมและความเค็ม (ตารางที่ 19)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงหรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มหรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวได้น้อยลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์กับไนไตรท์ ไนเตรทและฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) กล่าวคือเมื่อปริมาณไนไตรท์ ไนเตรทหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง ดังแสดงในตารางที่ 18 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเค็มและไนไตรท์มีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเค็ม และไนไตรท์ (ตารางที่ 19)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของยูกลีโนยด์ไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเป็นกรด-เบส แต่ความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) และมีความสัมพันธ์กับความลึกและอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อความลึก ความเค็มหรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของยูกลีโนยด์น้อยลง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของยูกลีโนยด์มากขึ้น สำหรับความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับไนไตรท์และไนเตรทมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อไนไตรท์หรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของยูกลีโนยด์ลดลง ตารางที่ 18 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของยูกลีโนยด์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความเค็มมีผลทำให้ความหนาแน่นของยูกลีโนยด์เพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% (ตารางที่ 19)

ความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำไม่แสดงความสัมพันธ์กันทางสถิติ รวมทั้งไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต (ตารางที่ 18)

2.6.2. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนกลุ่มที่พบมากในแต่ละเดือนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอน มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนน้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับความลึกนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) และความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับความลึกนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อความลึกของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนน้อยลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนมากขึ้น ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นจะพบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนมากขึ้น (ตารางที่ 20) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความลึกมีผลทำให้ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% (ตารางที่ 21) สำหรับความสัมพันธ์ของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละกลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักมีดังนี้

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีความสัมพันธ์กับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) และมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยลง สำหรับความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรทและซิลิเกต มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณแอมโมเนียมและซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากขึ้น แต่เมื่อปริมาณไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อย

ตารางที่ 20 สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแฟลกส์ตอกกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและ ปริมาณสารอาหารหลัก	ปริมาณ						
	นาโนแฟลกส์ตอก	คลอโรฟิลล์-เอ (พีโคและนาโน)	สาหร่ายสีน้ำเงิน แกมเขียว	ไดโนแฟลกเจลเลต	ไดอะตอม	สาหร่าย สีเขียว	แฟลกเจลเลต
ความลึก	-0.364*	-0.378**	-0.245	-0.249	-0.370**	-0.174	0.139
ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง	0.515	0.419	0.645*	0.890**	0.389	0.816**	-0.278
อุณหภูมิ	0.445**	0.438**	0.364*	0.274	0.376**	0.170	0.238
ความเป็นกรด-เบส	-0.002	0.090	0.106	-0.014	-0.131	0.228	-0.080
ความเค็ม	-0.388**	-0.377**	-0.576**	-0.444**	-0.006	-0.635**	-0.073
ออกซิเจนละลายน้ำ	-0.250	-0.163	-0.372	-0.420**	-0.047	-0.312*	-0.042
แอมโมเนียม	-0.321*	0.266	0.355*	0.098	0.079	0.166	0.333*
ไนโตรท์	0.081	0.301*	-0.254	-0.319*	0.523**	-0.588**	0.133
ไนเตรท	-0.035	0.012	-0.296*	-0.342*	0.307*	-0.547**	0.132
ฟอสเฟต	-0.073	-0.060	-0.280	-0.082	0.078	-0.375**	0.239
ซิลิเกต	0.181	0.041	0.289*	0.127	-0.174	0.417**	0.210

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของนาโนแฟลกก์ตอนและคลอโรฟิลล์-เอของพีโคและนาโนแฟลกก์ตอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ระดับนัยสำคัญ 95% (Depth= ความลึก, K= ประสิทธิภาพการส่องผ่านแสง, T= อุณหภูมิ, pH= ความเป็นกรด-เบส, Sal= ความเค็ม, DO= ออกซิเจนละลายน้ำ, NH₄= แอมโมเนียม, NO₂= ไนไตรท์, NO₃= ไนเตรท, PO₄= ฟอสเฟต และ Si= ซิลิเกต)

	สมการความสัมพันธ์	R ²
นาโนแฟลกก์ตอน	$= 3.90 \times 10^7 - 1.32 \times 10^7 \text{ Depth}$	0.348
ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (พีโคและนาโน)	$= 42.92 - 14.62 \text{ Depth}$	0.658
สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว	$= 1.58 \times 10^6 + 6.30 \times 10^5 \text{ K}$	0.352
ไดโนแฟลกเจลเลต	$= 5.86 \times 10^3 + 8.59 \times 10^3 \text{ K} - 2.79 \times 10^3 \text{ NO}_2$	0.908
ไดอะตอม	$= 7.73 \times 10^7 + 1.28 \times 10^6 \text{ NO}_2 - 8.03 \times 10^5 \text{ Sal}$ $+ 4.42 \times 10^5 \text{ K} - 9,317,123.172 \text{ pH}$	0.937
สาหร่ายสีเขียว	$= 3.93 \times 10^7 - 2.25 \times 10^6 \text{ DO} - 4.00 \times 10^6 \text{ pH}$	0.799

ลง (ตารางที่ 20) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% (ตารางที่ 21)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มหรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตน้อยลง สำหรับความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนไตรท์และไนเตรทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณไนไตรท์หรือไนเตรทเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตน้อยลง (ตารางที่ 20) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและปริมาณไนไตรท์มีผลทำให้ความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงมีอิทธิพลมากกว่าปริมาณไนไตรท์ (ตารางที่ 21)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไดอะตอมกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่น

ของไคอะตอมมีความสัมพันธ์กับความลึกและอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไคอะตอมน้อยลง แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไคอะตอมได้มากขึ้น สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไคอะตอมกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าความหนาแน่นของไคอะตอมมีความสัมพันธ์กับไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และมีความสัมพันธ์กับไนเตรตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กล่าวคือเมื่อปริมาณไนโตรเจนหรือไนเตรตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของไคอะตอมมากขึ้น (ตารางที่ 20) เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของไคอะตอมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม และไนโตรเจนมีผลทำให้ความหนาแน่นของไคอะตอมเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของไคอะตอมเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ไนโตรเจน ความเค็ม ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง และความเป็นกรด-เบส ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงและความเค็มของน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มหรือออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกต พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกต มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเมื่อปริมาณไนโตรเจน ไนเตรตหรือฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวลดลง แต่เมื่อปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 20 เมื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลัก พบว่าความเป็นกรด-เบสและออกซิเจนละลายน้ำมีผลทำให้ความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% โดยออกซิเจนละลายน้ำมีอิทธิพลมากกว่าความเป็นกรด-เบส (ตารางที่ 21)

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับความลึก ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ความเค็มและออกซิเจนละลายน้ำพบว่าความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตไม่แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดเลย สำหรับความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตกับปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟตและซิลิเกตพบว่าความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์กับแอมโมเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อแอมโมเนียมมีปริมาณเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของแฟลกเจลเลตมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 20)