

RAPORTUL STIINTIFIC SI TEHNIC (RST)

ETAPA DE EXECUTIE NR. 3

CU TITLUL: Caracterizarea structurala a macrofitelor de la litoralul romanesc si a calitatilor nutritive ale acestora in sezoanele de vara si toamna, prin asimilarea unor tehnici noi de cercetare.

- RST - Raport stiintific si tehnic in extenso***
- Proces verbal de avizare interna**
- Procese verbale de receptie a lucrarilor de la parteneri**

CUPRINS

	pag.
1.OBIECTIVE GENERALE ALE PROIECTULUI	3
1.1 OBIECTIVUL ETAPEI DE EXECUȚIE	3
2. REZUMATUL ETAPEI	4
3 DETERMINAREA PRINCIPALILOR INDICATORI FIZICO-CHIMICI ÎN SEZOANELE DE VARĂ ȘI TOAMNĂ	6
3.1 Indicatori generali	6
3.2 Indicatori de eutrofizare	13
3.3 Concluzii	17
4. ANALIZA STRUCTURII POPULAȚIILOR DE MACROFITE DIN ZONA DE MICĂ ADÂNCIME (0-10 M) DE LA LITORALUL ROMÂNESC ÎN SEZOANELE DE VARĂ ȘI TOAMNĂ	19
4.1. Concluzii	37
5. Compoziția chimică și biochimică a macrofitelor de la litoralul românesc	38
6. BILIOGRAFIE	44
ANEXA 1	45

1. OBIECTIVE GENERALE ALE PROIECTULUI

- Identificarea diversității și a stării actuale a comunităților de macrofite sub influența modificărilor antropice și schimbărilor climatice, prin asimilarea unor tehnici noi de cercetare.
- Obținerea unor produse din depozitele insalubre de macrofite de pe plaje utilizabile în zootehnie și agricultură, ca supliment nutritiv în nutriția animalelor și ca îngrășământ în horticultură.

1.1 OBIECTIVUL ETAPEI DE EXECUȚIE

- Caracterizarea structurală a macrofitelor de la litoralul românesc și a calitatilor nutritive ale acestora în sezoanele de vară și toamnă, prin asimilarea unor tehnici noi de cercetare.

2. REZUMATUL ETAPEI

REZUMAT

Algele bentale au un rol ecologic important în ecosistemul litoral de mică adâncime, ele reprezentând un factor de epurare biologică a nutrienților și a metalelor grele, substrat și adăpost pentru flora epifită și fauna asociată și bineînțeles, bază trofică pentru multe nevertebrate și pești marini.

Litoralul românesc cuprins între Cap Midia și Vama Veche asigură condiții optime pentru dezvoltarea algelor marine bentale perene sau cu ciclu scurt de viață, pe substrat pietros natural și artificial necesar fixării macrofitelor (Sburlea, Bologa, 2006). Există însă o diferență între partea nordică și cea sudică a litoralului românesc, în ceea ce privește dezvoltarea macroalgelor, astfel că, în nord, substratul dur natural redus și gradul mai ridicat de poluare nu oferă condiții prielnice pentru dezvoltarea macroalgelor.

Macrofitele marine răspund variațiilor factorilor de mediu, calitatea substratului și cantitatea radiației luminoase pătrunsă în coloana de apă, reprezentând factorii primari necesari existenței lor. Factorilor naturali li se adaugă influența negativă a diferitelor activități antropice (construcții hidrotehnice, calitatea apelor fluviale, poluare accidentală cu substanțe chimice, concentrări umane de-a lungul țărmului în special în timpul sezonului estival), evidentă mai întâi la nivelul centurii algale costiere (Sburlea, Bologa, 2006).

Cea mai importantă modificare suferită de flora algală macrofită de la litoralul românesc, de-a lungul deceniilor, o reprezintă declinul continuu al acesteia, atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ, această sărăcire calitativă observată în urma unor studii fiind compensată de o bogăție cantitativă a unui număr mic de specii, îndeosebi ale genurilor *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium*, capabile de a dezvolta biomase apreciabile. În prezent, raportat la situația existentă în trecut, se remarcă o scădere drastică a numărului de specii de alge perene și o restrângere a răspândirii acestora: *Cystoseira* (Phaeophyta), *Phyllophora* (Rhodophyta), *Zostera* (Phanerogama) (Sburlea, Bologa, 2006).

Din cele 156 de specii de alge macrofite inventariate de Adrian Bavaru în anul 1977 (51 de alge verzi, 28 de alge brune și 77 de alge roșii și phanerogama marină *Zostera*), în anul 2010 au fost identificate doar 27 specii macroalgale (12 specii de alge verzi, 4 specii de alge brună, 10 specii de alge roșii și phanerogama marină *Zostera*).

Astfel, vegetația macroalgală din anul 2010, se caracterizează printr-o diversitate specifică mult mai mare ca în anul precedent când la litoralul românesc s-au identificat doar 12 specii de macroalge. Comparativ cu situația existentă acum câteva decenii, actuala situație este încă departe de a fi considerată una bună ea fiind mai degrabă asimilată cu o ușoară tendință de revenire a unor specii. Totuși un aspect pozitiv îl constituie refacerea speciei *Cystoseira barbata* (Phaeophyta), care a putut fi observată și prelevată, în 2010, în partea sudică a litoralului, în zona Eforie Nord - Vama Veche, dar cu o abundență mai ridicată în zona Mangalia – Vama Veche.

De asemenea phanerogama marină *Zostera nana*, semnalată în anii anteriori doar sub formă unor pâlcuri de dimensiuni reduse în zona Mangalia începe să își mărească suprafețele pe care le ocupă.

3. DETERMINAREA PRINCIPALILOR INDICATORI FIZICO-CHIMICI ÎN SEZOANELE DE VARĂ ȘI TOAMNĂ

Analiza indicatorilor fizico-chimici utilizați în monitoringul calității apelor tranziționale, costiere și marine din zona litoralului românesc al Mării Negre în anul 2010 (intervalul februarie-septembrie), se bazează pe un număr de 210 probe colectate din întreaga coloană de apă de pe o rețea alcătuită din 38 de stații localizate în zona Sulina–Vama Veche pe 13 profile (Sulina, Mila 9, Sf.Gheorghe, Portița, Gura Buhaz, Est Constanta, Cazino Mamaia, Constanta Nord, Constanta Sud, Eforie, Costinești, Mangalia, Vama Veche). Rețeaua a acoperit monitoringul tuturor tipologiilor de ape incluse în Directiva Cadru.

Parametrii fizico-chimici analizați în această perioadă au fost: temperatura, transparență, salinitatea, pH-ul, oxigenul dizolvat, suspensiile totale, nutrienții anorganici, organici și clorofilă *a*.

3.1 Indicatori generali

Temperatura

În intervalul februarie-septembrie 2010, temperatura apei a înregistrat de-a lungul întregului litoral românesc, în întreaga coloană de apă, valori cuprinse între 0,8°C și 27,8°C. Valorile minime aparțin lunii februarie exclusiv la suprafață iar cele maxime lunii septembrie, indiferent de tipul corpului de apă analizat, în concordanță cu temperatura aerului (tabel 3.1.1).

Tabel 3.1.1 Principalele valori ale temperaturii apelor de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. probe	Min. (°C)	Stația	Luna	Max. (°C)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	1,3	Sulina 20m (0m)*	Feb.	23,5	Portița 20m (0m)	Sept.
Ape costiere	54	1,7	EstCța 1 (0m)	Feb.	27,8	VamaVeche 5 și 20m (0m)	Sept.
Ape marine	104	0,8	Sf.Ghe. 30m (0m)	Feb.	27,5	Costinești 30m (10m)	Sept.

*Valorile din paranteză reprezintă adâncimea de prelevare.

Transparența

Transparența apei, măsurată in-situ cu discul Secchi, a oscilat între 0,6-6,5m. Maxima a fost înregistrată în luna mai, în apele costiere, stația Est Constanța 2 iar minima în apele tranziționale, la Sulina 20m, în luna februarie (tabel 3.1.2).

Tabel 3.1.2 Principalele valori ale transparenței apelor de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (m)	Stația	Luna	Max. (m)	Stația	Luna
Ape tranziționale	13	0,5	Sulina 20m	Febr.	3,0	Portița 20m	Sept.
Ape costiere	13	1,5	C-ta Sud 5m	Sept.	6,5	EstCța2	Mai
Ape marine	13	1,2	Sf.Ghe. 30m	Sept.	4,9	Mangalia 40m	Mai

Salinitatea

Salinitatea apelor tranziționale, marine și costiere din zona litoralului românesc a înregistrat valori cuprinse între 0,50-18,63 PSU. Valoarea maximă se regăsește în zona apelor marine, în stația Sulina 30m la adâncimea de 20m în luna martie iar minima în zona apelor tranziționale, stația Sulina 20m (suprafață) în aceeași lună (tabel 3.1.3) ca urmare a influenței aportului fluvial. Se remarcă valorile minime din zonele apelor costiere și marine, înregistrate la suprafață și datorate regimului vânturilor, precipitațiilor și influenței aportului fluvial.

Tabel 3.1.3 Principalele valori ale salinității apelor de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. probe	Min. (PSU)	Stația	Luna	Max. (PSU)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	0,50	Sulina 20m (0m)	Martie	18,13	Sulina 20m (10m) Sf.Ghe.20m (20m)	Martie
Ape costiere	54	8,78	EstCța2 (0m)	Iulie	18,46	EstCța2 (30m)	Iulie
Ape marine	104	2,52	Sf.Ghe.30m (0m)	Febr.	18,63	Sulina 30m (20m)	Martie

pH-ul

pH-ul apelor costiere din zona Constanța a înregistrat valori medii lunare cuprinse între 8.17 în luna octombrie și 8.30 în lunile februarie și martie (figura 3.1.1).

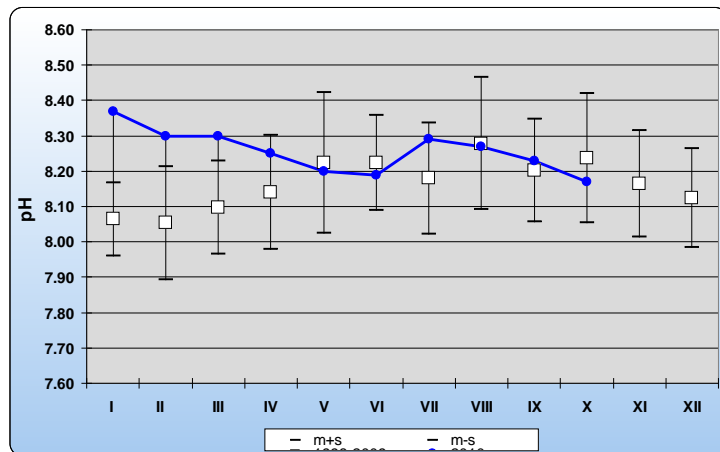


Fig. 3.1.1 Valorile pH-ului apelor costiere în zona Constanța (1998-2009 și 2010)

Oxigenul dizolvat

Oxigenul dizolvat în mediul marin reprezintă o variabilă foarte importantă și reprezentativă în evaluarea funcționalității și comportamentului ecosistemelor mai ales prin faptul că poate fi relativ ușor măsurat prin metode chimice clasice (Winkler) sau tehnici electrochimice. Regimul oxigenului dizolvat precum și factorii care influențează fluctuațiile acestuia au o importanță majoră în evaluarea severității impactului asupra ecosistemelor marine. Sursa primară a oxigenului din mediul marin o reprezintă schimburile gazoase de la interfața aer-apă și producerea directă a acestuia prin fotosinteza plantelor acvatice, algelor și bacteriilor fotosintetizante. Gradienți puternici ai concentrațiilor de oxigen dizolvat din apele costiere se pot produce ca urmare a variațiilor temperaturii, salinității, aportului de nutrienți, batimetriei, circulației maselor de apă, factorilor climatici și producției biologice. În unele cazuri, stratificarea verticală inhibă amestecul ajutând astfel la stimularea apariției și intensificării fenomenelor de hipoxie și anoxie, în special în sezonul cald. Astfel, variabilitatea oxigenului dizolvat în coloana de apă rezultă în general din interacțiunile între transportul fizic și consumul biologic.

Zonele costiere găzduiesc ecosisteme de interfață între mediul continental și cel marin, receptor al aportului biogeochimic activ provenit din întregul bazin hidrografic al ariei studiate. În zonele puternic influențate de aportul fluvial, ca de exemplu NV Mării Negre, descompunerea substanței organice din întreaga coloană de apă poate reprezenta un factor important în consumul total de oxigen al ariei studiate.

Concentrația **oxigenului dizolvat** în apele de la litoralul românesc al Mării Negre s-a încadrat între 69,2 μM la Mangalia 30m (la 20m adâncime) în luna septembrie și 456,9 μM la Sulina 30m (suprafață) în luna martie (tabel 3.1.4).

Tabel 3.1.4 Principalele valori ale oxigenului dizolvat în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	138,4 4,4 mg/l	Sulina 20m (10m)	Sept.	408,6	Mila 9 20m (0m)	Febr.
Ape costiere	54	76,9 2,5 mg/l	EstCța 1 (10m)	Iulie	393,9	Mangalia 20m (10m)	Febr.
Ape marine	104	69,2 2,2 mg/l	Mangalia 30m (20m)	Sept.	456,9	Sulina 30m (0m)	Martie

Valorile medii lunare scăzute din lunile iulie și august se datorează unor situații extreme semnalate în vara anului 2010. Astfel, în data de 29 iulie 2010, în stația Casino Mamaia 0m, valoarea concentrației oxigenului dizolvat a scăzut până aproape de anoxie ($34,8 \mu\text{M}/0,78 \text{ cm}^3/\text{l}$) deși temperatura apei a fost destul de scăzută ($21,4^\circ\text{C}$) situație care a condus la mortalități în fauna piscicolă. În expediția oceanografică întreprinsă cu două zile mai înainte au fost surprinse momente hipoxice în stațiile 1 și 3 și valori scăzute ale oxigenului dizolvat în stațiile 2 și 4 ale profilului Est Constanța, la adâncimea de 10m (figura 3.1.2).

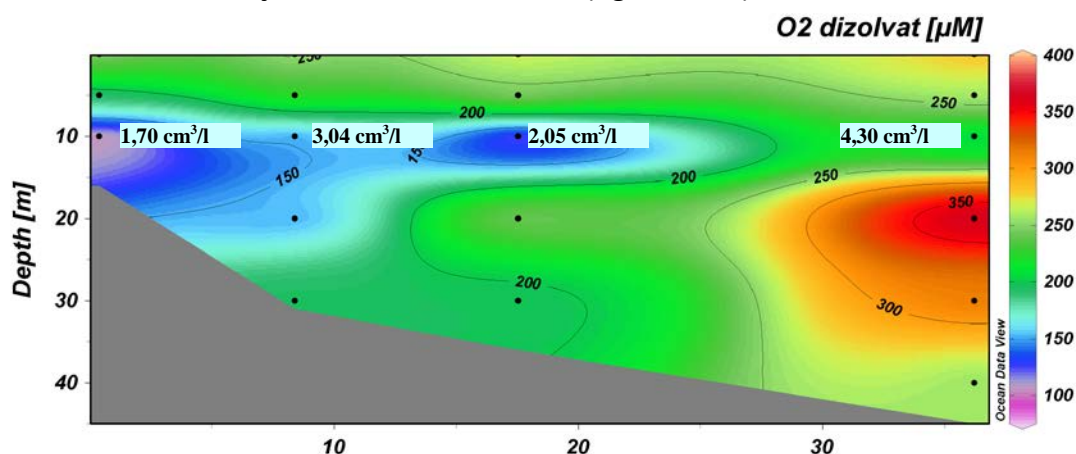


Fig. 3.1.2 Concentrațiile oxigenului dizolvat pe profilul Est Constanța 27-28 iulie 2010

Fenomenele înregistrate aproape de țărm au reprezentat o consecință a consumului de oxigen din coloana de apă (figura 3.1.2) datorat descompunerii oxidative a materiei organice rezultate din înfloririle algale înregistrate la începutul lunii iulie (figura 3.1.3) urmat de procesul de upwelling favorizat de regimul vanturilor din ultimele zile ale lunii iulie 2010. Masele de apă din apropierea țărmului s-au deplasat către larg fiind înlocuite de mase de apă (mai reci, cu salinitate mai ridicată, dar epuizate în oxigen) din straturile inferioare din zona de mică adâncime (10- 20 m), fapt care a condus, în apele din zona țărmului, la un puternic, dar episodic, fenomen de hipoxie.



Fig. 3.1.3 Imagine satelitară a înfloririi fitoplanctonice înregistrate la începutul lunii iulie 2010 în zona nord-vestică a Mării Negre– satelit AERONET Sevastopol

Valorile **saturației în oxigen** ale apelor tranziționale, costiere și marine de la litoralul românesc s-au menținut între 29,3%-156,63% ambele extreme aparținând zonei costiere (tabel 3.1.5). Ca și în cazul concentrațiilor oxigenului dizolvat, valorile minime ale saturației în oxigen se regăsesc în sezonul cald, în coloana de apă fiind sub limita admisă (80%), atât pentru starea ecologică cât și pentru zona de impact a activității antropice.

Tabel 3.1.5 Principalele valori ale saturației în oxigen ale apelor de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (%)	Stația	Luna	Max. (%)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	56,4	Sulina 20m (10m)	Sept.	123,8	Mila 9 5m (0m)	Sept
Ape costiere	54	29,3	EstCța 1 (10m)	Iulie	156,6	C-ta Sud 20m (0m)	Iul.
Ape marine	104	29,9	Mangalia 30m (20m)	Sept.	135,0	EstCța 4 (20m)	Iul.

Minima aparține stației Est Constanța1, la 10m adâncime în luna iulie. Valoarea mică a saturației permite atribuirea consumului de oxigen și altor factori decât cei climatici, cum ar fi degradarea oxidativă a materiei organice rezultate din înfloririle algale menționată anterior.

Suspensii totale

În anul 2010, conținutul de suspensii totale în stratul de suprafață, în apele selfului intern românesc, s-a situat între 6.0 și 31.2 mg/l.

În ceea ce privește distribuția spațială a conținutului de suspensii totale în stratul de suprafață în perioada de iarnă, se remarcă o relativă omogenitate (figura

3.1.4). Valori ușor mai ridicate s-au determinat în vecinătatea portului Constanța (21.39 mg/l în stația Est-Constanța-1) unde presiunea antropică a fost mai ridicată, dar și în fața gurii de vărsare a brațului Sulina (19.8 mg/l în stația Sulina-20m). Cele mai scăzute valori s-au măsurat în stațiile din larg de pe profilul Mangalia (figura 3.1.4).

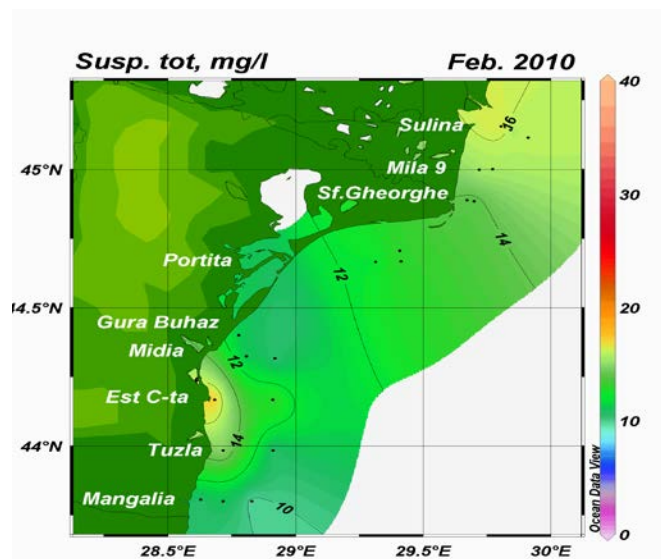


Fig. 3.1.4 - Distribuția spațială a suspensiilor totale în stratul de suprafață, în luna februarie 2010.

În luna martie 2010, conținutul de suspensii totale în stratul de suprafață s-a caracterizat printr-o variabilitate spațială destul de ridicată, variind între 6.0 și 31.2 mg/l (figura 3.1.5). Distribuția spațială a suspensiilor totale a fost pregnant influențată de debitul mai ridicat al Dunării, caracteristic acestei perioade a anului, valorile cele mai ridicate ale conținutului de suspensii determinându-se în zona gurilor Dunării (31.2 mg/l în stația Sulina-10m, 20.55 mg/l în stația Sf. Gheorghe-5m, dar și 22.1 mg/l în stația Portița-4) (figura 3.1.5).

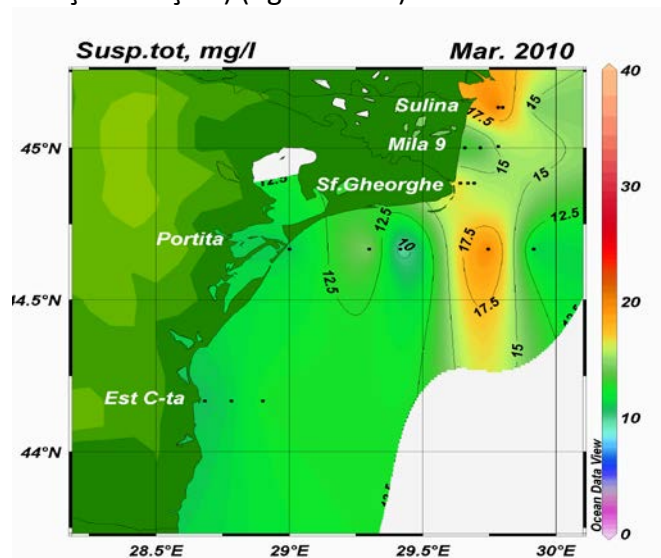


Fig. 3.1.5 - Distribuția spațială a suspensiilor totale în stratul de suprafață, în martie 2010.

În perioada de vară (iulie 2010), variabilitatea spațială a conținutului de suspensii totale în stratul de suprafață de pe profilul Est-Constanța a fost relativ redusă, valorile acestuia fiind cuprinse între 8.0 și 12.0 mg/l, ușor mai ridicate în

stațiile din larg (figura 3.1.6)., probabil ca urmare a debitelor foarte ridicate ale Dunării, precum și predominanței vânturilor din sectorul nordic.

Perioada de sfârșit a verii (începutul lunii septembrie), a fost caracterizată de valori ale conținutului de suspensii totale cuprinse între 6.0 și 29.0 mg/l; cele mai ridicate înregistrându-se în fața gurilor de vărsare a brațelor Sulina (29.0 în stația Sulina-10m și 22.8 mg/l în stația Sulina-20m) și Sf.Gheorghe (18.2 mg/l în stația Sf.Gheorghe-5m). În partea centrală și sudică a litoralului românesc, valori ușor mai ridicate s-au întâlnit în zona porturilor Constanța-Sud (19.0 mg/l în stația Constanța-Sud-5m și 11.37 mg/l în stația Constanța-Sud-20m) și Mangalia (11.73 mg/l în stația Mangalia-5m) (figura 3.1.7).

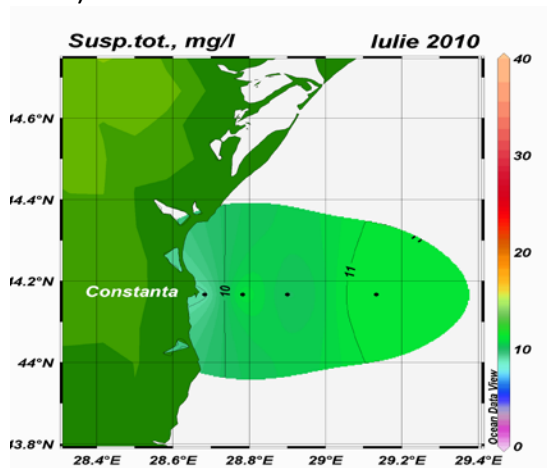


Fig. 3.1.6 - Distribuția spațială a suspensiilor totale în stratul de suprafață, în iulie 2010.

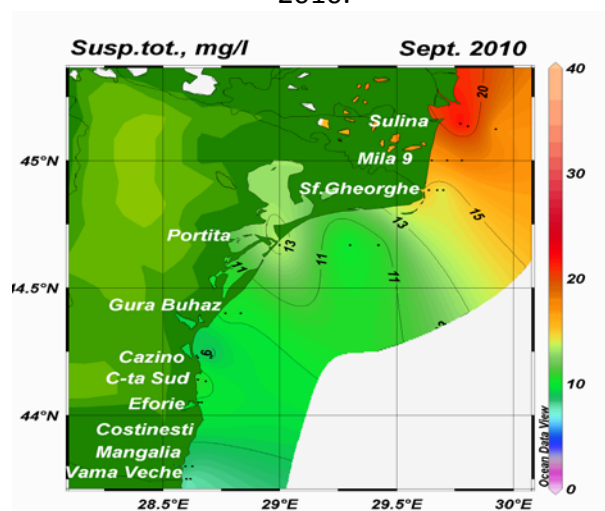


Fig. 3.1.7 - Distribuția spațială a suspensiilor totale în stratul de suprafață, în luna septembrie 2010.

3.2 Indicators de eutrofizare

Nutrienții

Concentrațiile **fosfaților, (PO₄)³⁻**, au înregistrat în anul 2010 valori cuprinse în intervalul „*nedetectabil*” ÷ 6,25 μM ambele extreme aparținând apelor costiere (tabel 3.2.1). Valoarea maximă se regăsește în stația Constanța Sud 5m, suprafață, ca o consecință a prezenței în zonă a stației de epurare Constanța Sud.

Tabel 3.2.1 Principalele valori ale concentrațiilor fosfaților în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	0,3	Portita 20m (8m)	Mai	3,78	Sulina 10m (0m)	Martie
Ape costiere	54	<LOD	EstCța 1 (5m) EstCța 2 (0m)	Mai	6,25	C-ta Sud 5m (0m)	Sept.
Ape marine	104	<LOD	Mangalia 50m (20, 30, 40m)	Mai	1,11	Sulina 30m (0m)	Martie

Fosforul total, reprezentând suma fracțiunilor organice și anorganice ale fosforului în apa de mare, a înregistrat concentrații cuprinse între 0,15 – 8,22 μM urmând aceeași tendință ca și forma anorganică, fosfat, (PO₄)³⁻ (tabel 3.2.2).

Tabel 3.2.2 Principalele valori ale concentrațiilor fosforului total în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	38	0,26	Portița 20m (0m)	Feb.	3,33	Sulina 10m (0m)	Sept.
Ape costiere	44	0,15	EstCța 2 (10m)	Iul.	8,22	C-ta Sud 5m (0m)	Sept.
Ape marine	77	0,33	Mangalia 40m (0m)	Feb.	5,86	Mila 9 30m (10m)	Feb.

Concentrațiile **azotaților, (NO₃)⁻** din apele de la litoralul românesc al Mării Negre au înregistrat în anul 2010 valori cuprinse în intervalul 0,81– 26,47 μM (tabel 3.2.3).

Tabel 3.2.3 Principalele valori ale concentrațiilor azotaților în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie	Nr.	Min.	Stația	Luna	Max.	Stația	Luna
-----------	-----	------	--------	------	------	--------	------

corp apă	de probe	(μM)			(μM)		
Ape tranziționale	52	0,72	Sf. Ghe. 20m (18m)	Mai	26,47	Portița 5m (0m)	Sept.
Ape costiere	54	0,81	Vama Veche 20m (10m)	Sept.	23,81	Constanța Sud 5m (0m)	Sept.
Ape marine	104	0,32	Mangalia 40m (35m)	Mai	23,81	Mila 9 30m (10m)	Mai

Azotiții, (NO_2^-), forme intermediare din procesele redox în care sunt implicate speciile anorganice ale azotului, au prezentat concentrații în intervalul „nedetectabil” ÷ $7,43\mu\text{M}$ (tabel 3.2.4).

Tabel 3.2.4 Principalele valori ale concentrațiilor azotiților în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	0,06	Portița 20m (0m)	Sept.	7,43	Portița 10m (9m)	Mai
Ape costiere	54	<LOD	Gura Buhaz 20m (0m)	Sept.	7,03	Est Cța 2 (8m)	Mai
Ape marine	104	<LOD	Sf.Ghe. 30m (10m)	Sept.	3,10	Portița 30m (30m)	Mai

Amoniul, (NH_4^+), ionul poliatomic în care azotul deține numărul de oxidare maxim, +3, reprezintă cea mai ușor asimilabilă formă de azot anorganic. Concentrațiile acestuia au înregistrat valori cuprinse în domeniul $0,22-30,66\mu\text{M}$ cu excepția stației Constanța Sud 5m în care s-au determinat valori foarte ridicate în luna septembrie ($50,58\mu\text{M}$) (tabel 3.2.5).

Tabel 3.2.5 Principalele valori ale concentrațiilor amoniului în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	0,95	Portița 20m (20m)	Mai	16,08	Sf.Ghe. 5m (0m)	Martie
Ape costiere	54	0,38	Mangalia 20m (13m)	Mai	50,58	C-ta Sud 5m (0m)	Sept.
Ape marine	104	0,22	Mangalia 50m (20m)	Mai	17,32	Sf.Ghe. 30m (0m)	Febr.

În anul 2010 forma dominantă a azotului anorganic din apele de la litoralul românesc al Mării Negre a constituit-o azotul amoniacal (figura 3.2.1.a și b) provenit

atât din surse antropice (aport fluvial și stații de epurare) cât și din regenerare prin descompunerea materiei organice.

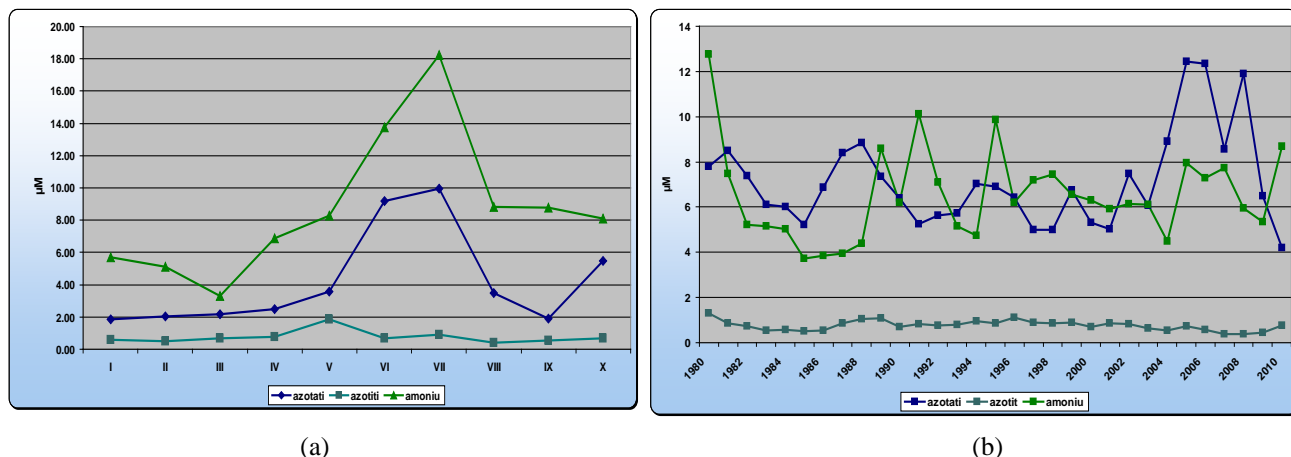


Fig.3.2.1 Situația comparativă a mediilor lunare multianuale (a) și anuale (b) ale concentrațiilor formelor anorganice de azot din apa mării la Constanța între anii 1980-2009 și 2010

Silicații, (SiO₄)⁴⁻, au prezentat concentrații cuprinse în intervalul 0,3-99,0 μM, ambele extreme aparținând apelor marine (tabel 3.2.6).

Tabel 3.2.6 Principalele valori ale concentrațiilor silicaților în apele de la litoralul românesc în intervalul februarie-septembrie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (μM)	Stația	Luna	Max. (μM)	Stația	Luna
Ape tranziționale	52	1,1	Portița 20m (5m)	Mai	85,3	Sf.Ghe.20m (0m)	Febr.
Ape costiere	54	0,7	Mangalia 20m (0m)	Mai	31,5	EstCța1 (10m)	Iulie
Ape marine	104	0,3	Mangalia 40m (0m)	Mai	99,0	Sf.Ghe.30m (0m)	Febr.

Carbonul organic total, TOC

Substanța organică din mare poate avea origine naturală, când este produsă de organisme vii (compușii pot conține toată gama produselor lor celulare, metabolice sau de descompunere) dar și origine antropică (provenind din descărcări de hidrocarburi, pesticide, fertilizatori, surfactanti, solvenți, etc. proveniți din utilizarea directă, stații de epurare ineficiente, accidente, transportul maritim, diverse exploatări, etc.). Una din particularitățile de mediu ale substanței organice acvatice este aceea că este oxidată de către oxigen sau alți agenți oxidanți din apă. Astfel ecosistemul poate fi sărăcit în oxigen ceea ce ar putea afecta negativ multe organisme acvatice, inclusiv peștii. O mărime ce caracterizează substanța organică din mare este **concentrația carbonului organic total (TOC)** atât dizolvat cât și particulat care reprezintă cantitatea totală de carbon organic din apă. Analiza automată reprezintă o metodă rapidă și precisă de evaluare a cantității totale a

substanței organice din apă fără să ofere însă informații despre natura substanței organice.

Carbonul organic total, **TOC** (mg/dm³) a înregistrat în intervalul februarie-martie 2010 valori omogene, care s-au încadrat în intervalul 2,890 - 4,604 mg/dm³ și care nu indică poluare organică (tabel 3.2.7 și figura 3.2.2).

Tabel 3.2.7 Principalele valori ale concentrațiilor carbonului organic total în apele de la litoralul românesc în lunile februarie-martie 2010

Tipologie corp apă	Nr. de probe	Min. (mg/dm ³)	Stația	Luna	Max. (mg/dm ³)	Stația	Luna
Ape tranziționale	27	3,001	Sf.Ghe. 20m (20m)	Martie	3,937	Sulina 20m (0m)	Feb.
Ape costiere	12	3,158	EstCța 2 (30m)	Martie	4,283	EC1 (10m)	Feb.
Ape marine	48	2,890	Mila 9 30m (30m)	Martie	4,604	Portița 30m (0m)	Martie

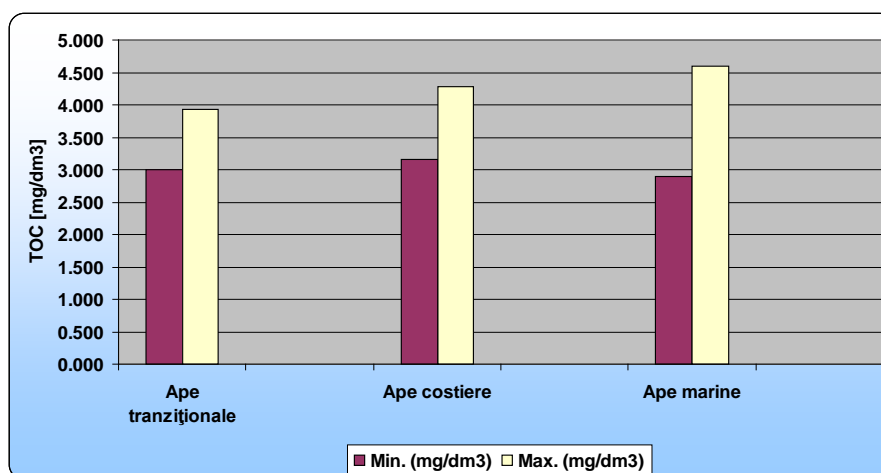


Fig. 3.2.2 Valorile extreme ale concentrațiilor de carbon organic total (TOC, mg/dm³) în apele de litoralul românesc în lunile februarie-martie 2010

3.3 Concluzii

3.3.1 Indicatori generali

- Temperatura medie anuală a apei mării la Constanța, a crescut semnificativ în ultimii 7 ani față de intervalul 1959-2002.
- Valorile medii ale transparenței apei mării cresc dinspre apele tranziționale către cele marine fiind însă mai reduse decât cele din anul 2009.
- Salinitatea este influențată de aportul fluvial și factorii climatici (în special regimul vânturilor și precipitațiile) și a înregistrat în anul 2010 valori medii lunare mai scăzute semnificativ față de intervalul 1959-2009.
- pH-ul a înregistrat în anul 2010 valori mai ridicate decât în intervalul 1998-2009, în special în sezonul rece.
- Valorile medii lunare ale oxigenului dizolvat în apa mării la Constanța s-au încadrat în domeniul de variație specific zonei deși au fost mai scăzute în lunile iulie și august când s-au înregistrat fenomene de hipoxie și mortalități în fauna piscicolă.
- Deși nu s-a mai întâlnit din anul 2001, fenomenul hipoxiei s-a regăsit și pe profilul Est Constanța datorită consumului de oxigen în procesul de degradare oxidativă a materiei organice rezultate din înfloririle semnalate și a factorilor climatici (temperatura aerului și apei, regimul vânturilor și precipitațiilor).
- În anul 2010, conținutul de suspensii totale a variat între 6.0 și 31.2 mg/l și s-a caracterizat printr-o distribuție sezonieră destul de omogenă. Pe de altă parte, variabilitatea spațială a fost relativ ridicată, valorile mai mari determinându-se în zona gurilor Dunării, în special în perioadele caracterizate de înfloriri algale, dar și în vecinătatea porturilor Constanța Sud și Mangalia ca urmare a presiunii antropice mai ridicate.

3.3.2 Indicatori de eutrofizare

- În zona costieră Constanța, concentrațiile fosfaților au înregistrat valori foarte scăzute, comparabile cu cele din anii '60 dar cu o variabilitate sezonieră mai amplă.
- Fosforul total a înregistrat în general valori normale ale concentrațiilor cu excepția stațiilor aflate în zonele de influență a aportului fluvial (apele tranziționale și marine) și de influență antropică (apele costiere) în care valorile maxime au depășit valoarea minimă admisă de Ordinul 161/2006-„Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă”.
- Distribuția concentrațiilor azotaților urmează un gradient descrescător dinspre apele tranziționale către cele marine. Valorile înregistrate în anul 2010 la Constanța sunt în general mai scăzute decât în anii anteriori.
- Amoniu provenit atât din surse antropice (stații de epurare și aport fluvial) cât și din regenerare a reprezentat în anul 2010, la Constanța, forma dominantă a sărurilor anorganice de azot.

- Silicații au înregistrat concentrații mai ridicate în zona de influență a Dunării. Pe termen lung, valorile concentrațiilor sunt încă scăzute deși se observă o ușoară creștere începând cu anul 2006.
- Carbonul organic total, TOC, a fost măsurat numai în lunile februarie și martie și a înregistrat valori.
- În anul 2010, la litoralul românesc al Mării Negre se observă în general două surse importante de nutrienți și anume: aportul fluvial (Dunărea) și aglomerările urbane Constanța și Mangalia datorită stațiilor de epurare și a porturilor din ariile respective.

4. ANALIZA STRUCTURII POPULAȚIILOR DE MACROFITE DIN ZONA DE MICĂ ADÂNCIME (0-10 M) DE LA LITORALUL ROMÂNESC ÎN SEZOANELE DE VARĂ ȘI TOAMNĂ

Vegetația submarină de la litoralul românesc reprezintă o componentă ecosistemică deosebit de importantă cu rol de substrat pentru speciile de alge epifite, spațiu de hrănire și reproducere pentru nevertebrate și pești. Macroalgele au un rol în protejarea faunei asociate împotriva acțiunii perturbatoare a apei, grație caracterului lor flexibil, adăpost față de lumina excesivă și împotriva răpitorilor din afara asociației fitofile, dar și sursă de hrană și substrat pentru animalele fitofage. Reacționează la schimbările de calitate ale apei, putând fi folosite ca bioindicatori ai eutrofizării, astfel că pe termen lung sunt indicatori ai schimbărilor survenite în ecosistemul marin (Broșură INCDM, 2006).

Pentru a monitoriza vegetația fitobentală de la litoralul românesc al Mării Negre, studiul a continuat și în anul 2010 și s-a urmărit evoluția calitativă și cantitativă a speciilor macroalgale, dar și tendințele de evoluție în timp.

Prelevarea probelor de fitobentos în anul 2010 s-a realizat de la nivelul următoarelor stații și profile de-a lungul litoralului românesc al Mării Negre: Navodari (1, 3, 5m), Mamaia (1, 2, 3, 5 m), Cazino Mamaia (substrat dur artificial - dig), Pescărie (piatră mal, 1, 3 m), Constanța Nord (1, 3 m), Modern (piatră mal, 1m), Cazino Constanța (piatră mal, 0.5m, 1, 3, 5 m), Agigea (1, 3, 4 m), Mangalia (piatră mal, 1, 2.5 m), 2 Mai (piatră mal, 1, 2.8, 3 m) și Vama Veche (1, 3, 4.3, 5 m).

Expedițiile pentru studiul acestui element biologic s-au desfășurat atât în sezonul rece (la debutul sezonului - luna martie și noiembrie 2010), cât și în cel de vară (iunie - august 2010). Colectările s-au efectuat de pe substrat dur natural (excepție făcând zona Cazino Mamaia, unde probele au fost prelevate de pe substrat dur artificial și anume piciorul digului), dar și de pe substrat nisipos (zona Mangalia). Probele de macroalge au fost prelevate cu ajutorul scafandrului autonom și au fost însoțite de filmări și fotografii subacvatice. Analiza probelor de alge s-a întocmit din punct de vedere calitativ și cantitativ. Colectarea probelor de macrofite s-a realizat cu ajutorul unui instrument de răzuit și a unei rame pătrate cu latura de 20 cm. Probele astfel colectate au fost transportate în laborator cu ajutorul unei lăzi frigorifice, pentru a evita deteriorarea lor cauzată de temperaturile ridicate din timpul sezonului cald, în pungi de plastic etichetate (unde s-a notat data, stația și adâncimea corespunzătoare colectării probei), spălate ulterior de epibioza aferentă și identificate la nivel de specie, cu ajutorul determinatoarelor de specialitate și a microscopului optic, în cazul genurilor care necesită o analiză microscopică, ca *Enteromorpha*, *Cladophora* și *Ceramium*. Ulterior s-a trecut la determinarea biomasei umede, prin cântărirea materialului vegetal în stare proaspătă, după ce în prealabil algele au fost tamponate cu hârtie de filtru pentru ca excesul de umiditate să fie redus și la numărarea talurilor (acolo unde a fost posibil acest lucru) pentru a determina abundența speciei în zona respectivă. Biomasa proaspătă a fost exprimată în grame și raportată la metru pătrat. Exemplarele reprezentative au fost păstrate sub formă de ierbar, în vederea întocmirii colecției de macrofite. Ca rezultat al analizei calitative, s-a identificat în anul 2010 un număr de 27 taxoni (25 specii și 2 variațiuni), repartizate pe filumuri astfel: 12 specii aparținând încrengăturii

Chlorophyta, 4 specii de alge brune, 8 specii ce aparțin filumului Rhodophyta (și 2 variațiuni ale speciei *Ceramium rubrum*) și 1 plantă superioară marină (figura 4.1).

Lista speciilor fitobentale identificate pe parcursul anului 2010, la litoralul românesc al Mării Negre, atât în sezonul rece cât și în cel estival, este redată în tabelul următor:

Tabel 4.1. Lista speciilor de macrofite întâlnite la litoralul românesc în anul 2010

Chlorophyta	Phaeophyta
<i>Ulva lactuca</i>	<i>Cystoseira barbata</i>
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	<i>Punctaria latifolia</i>
<i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Ectocarpus siliculosus</i>
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	<i>Scytosiphon lomentaria</i>
<i>Cladophora vagabunda</i>	
<i>Cladophora sericea</i>	
<i>Cladophora laetevirens</i>	
<i>Cladophora albida</i>	
<i>Ulothrix implexa</i>	
<i>Bryopsis plumose</i>	
<i>Chaetomorpha aerea</i>	
<i>Urospora penicilliformis</i>	
Rhodophyta	Phanerogama
<i>Ceramium rubrum</i>	<i>Zostera nana</i>
<i>Ceramium rubrum</i> var. <i>barbatum</i>	
<i>Ceramium rubrum</i> var. <i>tenuis</i>	
<i>Ceramium elegans</i>	
<i>Ceramium diaphanum</i>	
<i>Callithamnion corymbosum</i>	
<i>Polysiphonia denudate</i>	
<i>Lomentaria clavellosa</i>	
<i>Acrochaetium thuretii</i> *	
<i>Porphyra leucosticte</i>	

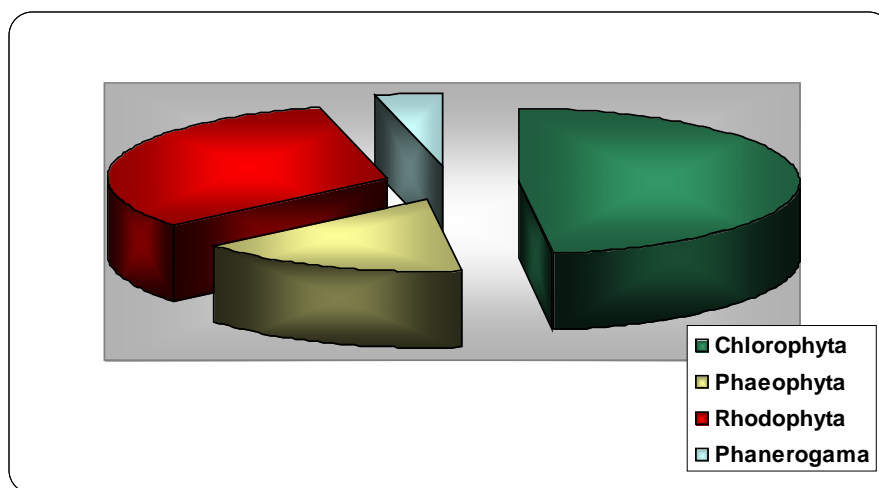


Fig. 4.1. Varietatea diversității specifice pentru anul 2010

În anul 2010 se observă o dominanță calitativă a algelor verzi, fenomen care s-a menținut în ultimii ani, pentru 2010 acest fapt s-a datorat în mare parte proliferării genurilor *Cladophora* și *Enteromorpha*.

Analiza vegetației macroalgale caracteristică sezonului rece a debutat în luna martie 2010, când s-au efectuat deplasări în sectorul nordic al litoralului românesc (zonele Cazino Mamaia, Pescărie, Modern, Cazino Constanța). S-au prelevat probe de fitobentos pentru analize calitative și întocmirea ierbarului.

În urma observațiilor de teren s-au constatat următoarele: la nivelul stației Cazino Mamaia au lipsit depozitele de alge de pe plajă și fragmentele de taluri din masa apei. S-a remarcat prezența unor alge verzi (*Enteromorpha sp.* și *Urospora penicilliformis*), în cantitate redusă la nivelul piciorului digului.

În zona Pescărie Constanța pietrele de la mal au fost populate în mod dominant de *Urospora penicilliformis*, la o adâncime mai mare observându-se și *Porphyra leucosticta*, specii macroalgale caracteristice perioadei reci a anului.

La nivelul stației Modern s-a remarcat o diversitate specifică mai ridicată comparativ cu celelalte zone, datorită transparenței ridicate a apei (figura 4.3) și implicit a regimului de iluminare prielnic, heterogenității substratului, care au oferit condiții favorabile fixării unui număr mai mare de macrofite: *Urospora penicilliformis*, *Enteromorpha compressa*, *Ectocarpus siliculosus*, *Punctaria latifolia*, *Ceramium rubrum*, *Porphyra leucosticta*. Specia dominantă a fost și aici *Urospora penicilliformis* (Chlorophyta) (figura 4.2), împreună cu *Porphyra leucosticta* (Rhodophyta). (figura 4.3). La o adâncime de 1 m s-au observat exemplare răzlețe de *Ceramium rubrum* și câteva taluri de *Punctaria latifolia*, de dimensiuni reduse (max. 7 cm), specie cunoscută pentru perioade de „eclipsă” la litoralul românesc.

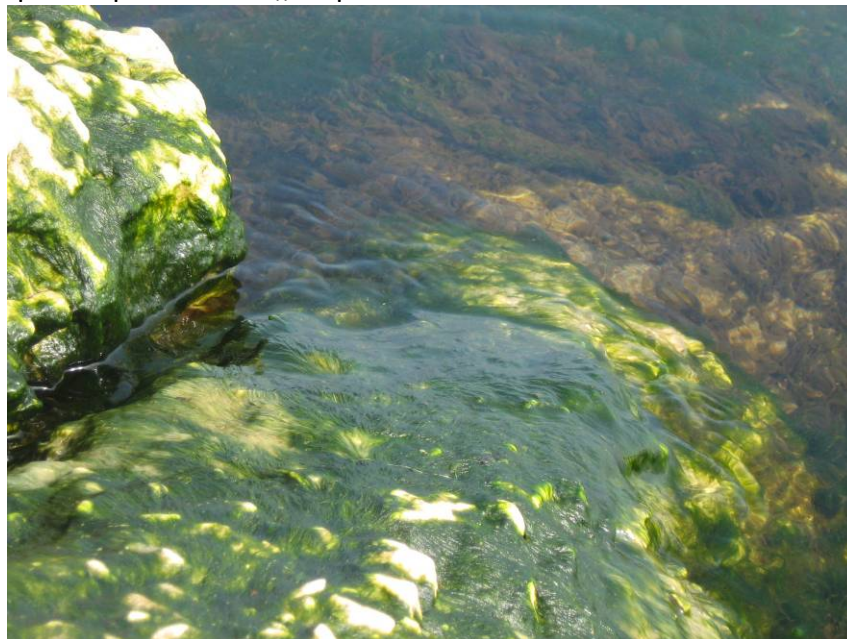


Fig. 4.2. *Urospora penicilliformis* la Modern, martie 2010



Fig. 4.3. Pietre populate de *Enteromorpha* sp. și *Porphyra leucosticta*, Modern/1m, martie 2010

La nivelul stației Cazino Constanța substratul pietros de la mică adâncime a fost preponderent acoperit de *Urospora penicilliformis* (figura 4.4). În urma analizei calitative a speciilor macroalgale prelevate s-au identificat și următoarele specii: *Urospora penicilliformis*, *Scytosiphon lomentaria* (exemplare rare), *Ectocarpus siliculosus* (figura 4.5), *Porphyra leucosticta*, specii stenoterme reprezentative pentru litoralul românesc în perioadele reci ale anului.



Fig. 4.4 *Urospora penicilliformis* și *Porphyra leucosticta*, Cazino/martie 2010



Fig. 4.5 *Ectocarpus siliculosus* la Cazino Constanța, martie 2010

În sezonul cald, deplasările pe teren în vederea monitorizării speciilor macroalgale s-au realizat lunar.

Odată cu debutul sezonului cald (lunile mai-iunie) se remarcă prezența speciilor cosmopolite, oportuniste, capabile de a dezvolta biomase apreciabile în sezonul estival (*Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha compressa*, *Cladophora vagabunda*, *Ceramium rubrum*). În sectorul nordic genul *Ceramium* au fost o prezență constantă la nivelul tuturor stațiilor analizate, având reprezentanții: *Ceramium rubrum*, *Ceramium elegans*, *Ceramium diaphanum*, *Ceramium rubrum* var. *barbatum*, *Ceramium rubrum* var. *tenuis*. *Ceramium* este o specie oportunistă care preferă majoritatea tipurilor de substrat, de la cochilii vii sau moarte de midii până la platforma întinsă de calcar sarmatic. Deasemeni, alături de substratul dur, intens colonizat este și cel vegetal, constituit cu precădere din exemplarele de *Zostera*, *Cystoseira* și chiar talurile arborescente de *Cladophora*, dar și cele de *Enteromorpha* (figura 4.6) (Vasiliu, 1984). Eterogenitatea substratului preferat alături de capacitatea ridicată de reproducere atât asexuată, cât și sexuată, fac ca genul *Ceramium* să fie o prezență constantă la litoralul nostru și să dezvolte biomase apreciabile chiar și în ape cu o încărcătură mare de nutrienți.



Fig. 4.6 *Enteromorpha compressa* epifitată de *Ceramium rubrum*, Mamaia/1m

Astfel, la sfârșitul lunii iunie, la Năvodari au dominat algele roșii prin speciile oportuniste *Callithamnion corymbosum* (specie comună pe cele 3 profile analizate - 1, 3, 5 m) și *Ceramium* sp., biomasa umedă dezvoltată de acest gen fiind de aprox. 130 g/m² la această stație. În iulie, în zona Constanța Nord, *Ceramium* sp. (*Ceramium rubrum* și *Ceramium diaphanum*) a dezvoltat un maxim al biomasei umede (1737,5 g/m²) pentru această specie, din vara 2010. *Ceramium rubrum* a înregistrat biomase mari în sectorul Nordic al litoralului nostru la începutul lunii iulie (447,5 g/m² în zona Pescărie, 355 g/m² la Cazino Constanța), iar *Ceramium elegans* prezintă la Mamaia o biomasă umedă asemănătoare 435 g/m². *Ceramium elegans*, este o specie care cunoaște o dezvoltare mare în sezonul cald 2010, la fel ca în 2009, când a fost o prezență constantă la litoralul românesc și în sectorul Nordic a avut biomase ridicate de 600 g/m². Varietatea *barbatum* a speciei *Ceramium* a fost identificată în zona Cazino Constanța la o adâncime de 5 m unde condițiile de existență sunt mai stabile, cu o biomasă umedă de aprox. 500 g/m² și la Mamaia la 3 m, cu o valoare mai redusă de 242,5 g/m².

Ulva lactuca, o altă specie comună la litoralul nostru, ce poate da vara biomase notabile deoarece se dezvoltă abundent, influențată fiind de condițiile de mediu, nu a mai dezvoltat biomase atât de ridicate ca în vara 2009, având la Cazino doar un maxim de 370 g/m² la 1m adâncime și 205 g/m² la 2 m, comparative cu aceeași perioadă a anului când biomasa umedă a fost de 1537,5 g/m². Biomasa proaspătă maximă pentru această specie a fost semnalată la Mamaia, în orizonturile superioare (1315 g/m²), o altă valoare ridicată fiind și cea din zona Constanța Nord/1m (650 g/m²). Dintre speciile genului *Enteromorpha*, comune au fost în vara 2010 *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha compressa*, *Enteromorpha flexuosa*, aceiași reprezentanți ai genului ca și în vara anului anterior, biomasele dezvoltate de aceste specii fiind însă mai reduse cantitativ comparativ cu vara 2009. În acest an (2010) genul *Cladophora* a fost cel care a proliferat în mod deosebit, ca o consecință a unui cumul de factori favorabili dezvoltării sale: încărcătura de nutrienți existentă în apă, temperaturile ridicate înregistrate în vara 2010; un maxim al genului *Enteromorpha* a fost cel din luna iulie, zona Mamaia/1m (577,5 g/m²). La stațiile analizate, în orizonturile superioare (1, 2, 3 m) reprezentanții acestui gen cosmopolit au fost o prezență constantă. *Enteromorpha compressa* a avut în zona Mamaia biomasa cu valoarea cea mai ridicată (260 g/m²). Spectrul ecologic larg în care speciile genului *Enteromorpha* și *Ulva* își găsesc mediu ambiental au făcut ca aceste specii să fie prezente tot timpul anului la litoralul românesc cu valori de biomasă uneori foarte ridicate, imprimând alături de alte specii cosmopolite acel caracter de uniformitate în ceea ce privește aspectul vegetației bentale care persistă de câțiva ani.

Dacă în vara 2009 *Cladophora* nu dezvoltat biomase notabile în sectorul nordic, fiind doar semnalată sub formă de tufe răzlețe, în 2010 acest gen s-a dezvoltat în mod deosebit, populând intens substratul dur de la adâncimi cuprinse între 0 și 5 m. *Cladophora vagabunda* este specia care în sectorul nordic a dominat din punct de vedere calitativ (322,5 g/m² - Mamaia/3m); în zona Cazino Constanța, substratul dur de la mică adâncime a fost populat de această specie. Alături de *Enteromorpha*, speciile incluse genului *Cladophora* imprimă nota dominantă caracteristică, cantitativ și calitativ, vegetației de macrofite de la litoralul românesc. Cele mai multe dintre speciile de *Cladophora* (*C. albida*, *C. vagabunda*, *C. sericea*) își

găesc habitat aproape pretutindeni: în bazinele și lagunele lipsite de hidrodinamism, ca și în zonele expuse acestuia; în apele hipersaline sau dulcicole-salmastricole; în zonele umbrite sau puternic însorite; pe substratul dur dar și pe cele nisipoase sau măloase, în flotabilitate (Vasiliiu, 1984). Acest lucru dovedește caracterul oportunist al acestor specii și explică prezența lor într-o mare măsură la litoralul nostru.

Bryopsis plumosa, alga verde cu aspect penat, este o altă specie oportunistă caracteristică sezonului cald care completează tabloul vegetației algale din vara 2010 și care a fost identificată la Năvodari, în zona Constanța Nord și Cazino Constanța, la adâncimi cuprinse între 3 și 5 m, dar nu a dezvoltat biomase ridicate (max. 132,5 g/m²).

La Costinești, la începutul lunii iulie, la o adâncime de peste 10 m, unde condițiile de mediu sunt mai stabile, a fost observată și prelevată specia de algă roșie *Lomentaria clavellosa*. Exemplarele identificate au avut dimensiuni mici (aprox. 1cm) și au fost prelevate de pe cochilii de *Mytilaster*. Apariția acestei specii considerată dispărută de la litoralul românesc, care în trecut forma asociații complexe constituie un aspect deosebit de important, fiind încă un indiciu al unei ușoare regenerări a vegetației bentale. Specia a mai fost identificată sub formă eșuată în sectorul nordic al litoralului românesc (zona Constanța N) în 2004, dar identificarea ei în mediul de viață, sub formă fixată reprezintă un fapt foarte important. În trecut această algă roșie avea dimensiuni mari și forma asociația *Lomentaria clavellosa* - *Antithamnion cruciatum*, care marca în apele litorale românești limita de dezvoltare a vegetației algale macrofite fixată. Adâncimea varia de la 7-8 m și până la 13-15m, în partea sudică a litoralului. Edificatorul formației era *Lomentaria clavellosa*, iar la adâncimi de sub 11 m, unde aceasta nu mai apare, se întâlnea *Antithamnion cruciatum*. În cadrul acestei formații se distinge o singură asociație *Lomentaria clavellosa* - *Antithamnion cruciatum*, care se putea îmbogăți cu elemente sezoniere: *Bryopsis hypnoides*, *Ceramium elegans* f. *longearticulata*, iar pentru sectorul Mangalia - Vama Veche, *Bryopsis hypnoides* și *Callithamnion granulatum*. La Tuzla și la Costinești, la adâncimi de 10-12 m, se găseau populații fragmentare de *Phyllophora nervosa*. Pe pietre și midii se găseau cele două alge roșii crustoase, *Dermatolithon cystoseirae* și *Cruoriella dubyi* (Bavaru, 1978). Dispariția acestei asociații a condus și la dispariția acestor specii de la litoralul nostru.

În luna august studiul macroflorei bentale s-a extins și în partea sudică a litoralului, respectiv Agigea, Mangalia, 2 Mai, Vama Veche. Maximele de biomasă proaspătă au fost înregistrate și în sectorul sudic tot de speciile genului *Cladophora* (335 g/m² la Agigea, 315 g/m² la Vama Veche). La Agigea, la adâncimi mai mari (- 5 m), au fost identificate algele roșii *Polysiphonia denudata*, *Ceramium elegans*, *C. diaphanum*. Specia perenă *Polysiphonia denudata*, s-a întâlnit doar în sud, respective la Agigea/4 m, talurile având dimensiuni mici, lipsite de epifite, cu o biomasă redusă. Speciile de *Cladophora* (*C. vagabunda* și *C. sericea*) au populat în mod dominant pietrele de la mică adâncime (1 m), întâlnindu-se în masa apei într-o proporție destul de mare. Substratul dur de la mal este acoperit de o peliculă fină de *Ulothrix implexa*, cu taluri de mici dimensiuni (3 cm). La 2 Mai, probele au fost prelevate de la 1 și 3 m. Astfel, orizonturile superioare au fost acoperite de specii ale genului *Ceramium* (*C. rubrum* + *C. elegans*), dar ca specie dominantă se remarcă și la această stație *Cladophora laetevirens*, cu o biomasă mai redusă (102,5 g/m²), exemplarele fiind

mici, fixate pe midii, cu un aspect ușor deteriorat și celule depigmentate, o cauză putând fi și calitatea mai scăzută a apei. La 3 m, genul *Ceramium* se regăsește, alături de *Cladophora vagabunda* (200 g/m²). Comparativ, în august 2009, la 2 Mai, ca specie dominantă la 1 m, a fost semnalată *Ulva lactuca* alături de *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora* având o biomasă redusă (40 g/m²). Substratul dur de la 3 m, a fost acoperit în aceeași perioadă de *Enteromorpha intestinalis* (250 g/m²), în 2010 locul său fiind preluat de o altă specie oportunistă, *C. vagabunda*, cu o biomasă asemănătoare (200 g/m²). La 5 m, în vara 2009, au fost identificate câteva specii oportuniste ca *E. intestinalis*, *Callithamnion corymbosum*, *Ulva lactuca*, în 2010 la aceeași adâncime substratul a fost lipsit de alge, acoperit doar de midii

La Vama Veche, pe plajă s-a creat un brâu de alge în luna august, format din specii ca *Enteromorpha*, *Cladophora vagabunda* și fragmente de tal de *Ulva lactuca*. La adâncimi de 0-1 m, dar și în masa apei domină, ca și la Agigea, *Cladophora vagabunda*. Pe cele 3 orizonturi studiate o prezență constantă au fost în luna august 2010 *Ceramium rubrum* și *Ulva lactuca* (105 g/m² la 3 m). În august 2009, la această stație, specia dominantă cantitativ a fost *Ulva lactuca*, care a dezvoltat biomase umede notabile pe cele 3 profile: 932,5 g/m² la 1m, 1180 g/m² la 3 m și 1377,5 g/m² la 5 m. În 2010, *Ulva lactuca* a fost regăsită doar la 3 m (105 g/m²) și 4,3 m (80 g/m²). Condițiile existente sezonului estival 2010 au fost prielnice dezvoltării unor alte specii oportuniste și anume cele ale genului *Cladophora*, care au populat în mod dominant substratul dur. Dintre algele roșii, *Ceramium rubrum* este specia comună semnalată pentru această stație în ambele studii.

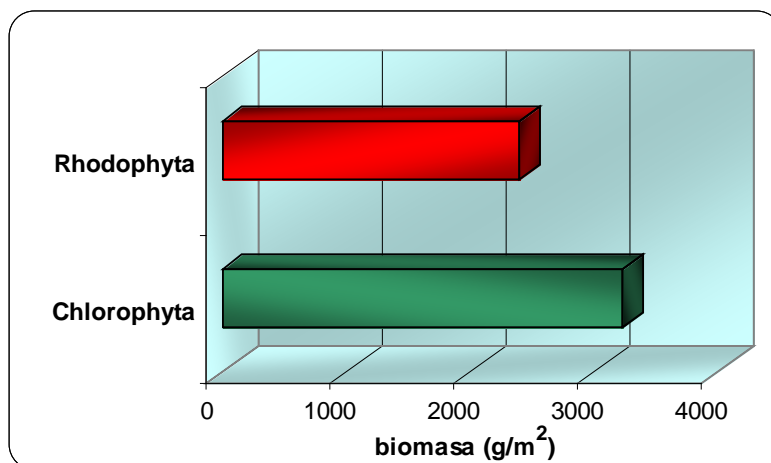


Fig. 4.7. Valorile biomasei medii proaspete pentru perioada de vară 2010

Și în 2010 se observă dominanța clară din punct de vedere cantitativ a grupului clorofitelor (figura 4.7), urmate de algele roșii, tendință care se menține în ultimii ani. Biomasa umedă dezvoltată de acestea este ridicată, peste 3000 g/m². Acest fapt s-a datorat în mare parte genului *Cladophora* care în sezonul de vară 2010 a proliferat în mod intens și a dezvoltat biomase apreciable la adâncimi cuprinse între 0 și 5 m. Și sezonul estival 2009 a fost caracterizat de asemenea de o dominanță a algelor verzi (aprox. 2500 g/m²) datorită speciilor oportuniste ca *Ulva lactuca* și *Enteromorpha* sp. (figura 4.8.).

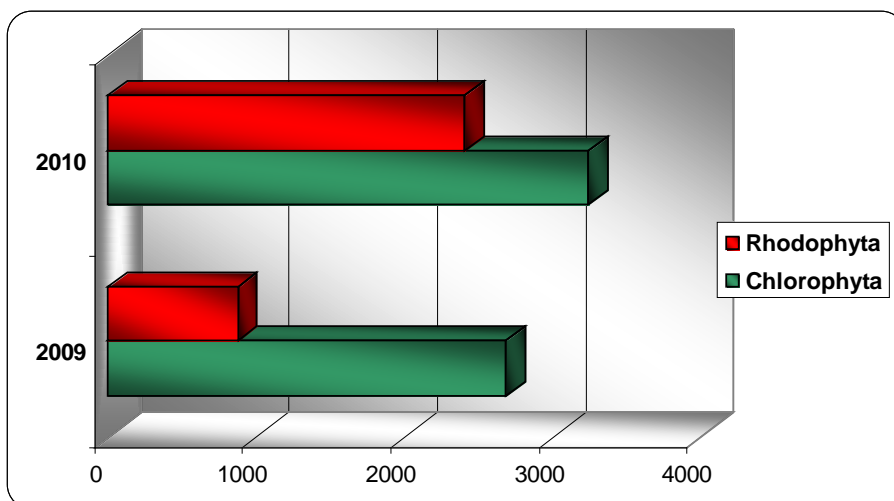


Fig. 4.8. Biomasa medie proaspătă pentru grupurile dominante în perioada de vară 2009 și 2010

În ceea ce privește numărul de specii identificate la litoralul românesc, se observă ca atât în 2009, cât și în 2010 a dominat grupul clorofitelor, numărul algelor brune și al fanerogamelor marine fiind același, respectiv o specie pentru sezonul de vară 2009 și 2010 (figura 4.9.). Faptul ca atât în 2009, cât și în 2010 s-au identificat cele 2 specii cheie pentru litoralul nostru, respectiv alga brună *Cystoseira barbata* și fanerogama *Zostera nana*, este deosebit de important pentru vegetația fitobentală.

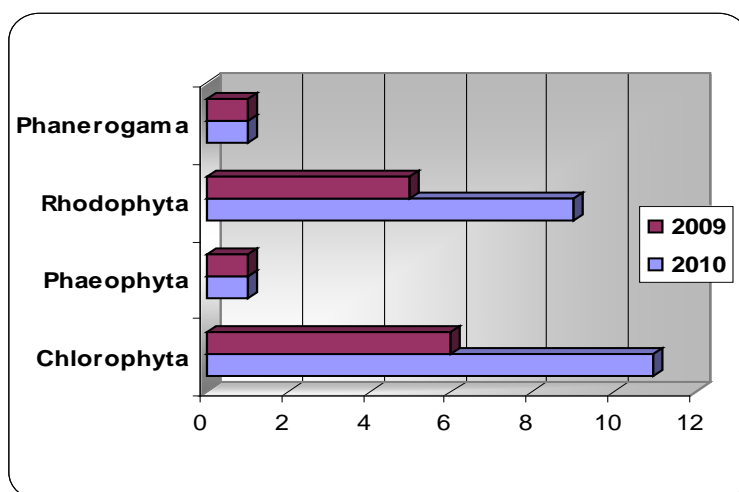


Fig. 4.9. Diversitatea specifică pentru cele 3 sezoane estivale 2009 și 2010

O atenție deosebită s-a acordat fâșiei litorale Mangalia - Vama Veche pentru a se urmări evoluția speciilor perene *Cystoseira barbata* (Phaeophyta) și *Zostera nana* (Phanerogama), specii deosebit de importante pentru ecosistemul marin atât din punct de vedere ecologic cât și economic. Alga brună *Cystoseira barbata* a fost identificată în luna august la Vama Veche și Mangalia. La Vama Veche s-a întâlnit la adâncimi de 2-3 m, cu un grad de epifitare mai redus ca în 2009, astfel că speciile epifite întâlnite au fost *Enteromorpha compressa*, *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora vagabunda*, *Cladophora laetevirens*, *Ceramium rubrum*, *Ceramium elegans*, dar au prezentat dimensiuni mici (smocuri). Curenții existenți la această

adâncime nu au permis fixarea speciilor epifite. Câmpul de *Cystoseira* de la Vama Veche este bine dezvoltat, compact, alcătuit din exemplare mari, ce au biomase umede considerabile (figura 4.10).



Fig. 4.10. *Cystoseira barbata* la Vama Veche/august 2010

La sfârșitul lunii august s-a organizat o expediție pentru a se analiza evoluția câmpului de *Zostera nana* identificat în vara 2009, dar și pe cel de *Cystoseira barbata*. În cazul acestei alge brune perene, substratul face parte din categoria factorilor ecologici fundamentali. Anumite însușiri fizice, în primul rând rugozitatea, sunt hotărâtoare pentru instalarea și existența ulterioară a populațiilor de *Cystoseira* (Vasilie, 1984).

Un aspect pozitiv îl constituie refacerea speciei perene *Cystoseira barbata* care s-a prezentat la nivelul acestei stații sub formă de taluri tinere de dimensiuni mici (figura 4.11), lipsite de epifite de mari dimensiuni, având fixate doar câteva exemplare reduse de *Cladophora* în partea apicală a talului. Pentru a nu perturba refacerea speciei în această zonă nu s-au prelevat probe pentru analiza cantitativă, expediția limitându-se în acest sens la observații locale, fotografiile și filmări subacvatice.

În luna iulie a anului 2009 la aceeași stație Mangalia/ 0,3 m s-a colectat specia perenă *Cystoseira barbata* ce a înregistrat o biomasă umedă de 3877,5 g/m², puternic epifitată de specii ca *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta), *Cladophora sericea* (Chlorophyta), *Ceramium elegans* (Rhodophyta), *Ceramium rubrum* (Rhodophyta). Talurile aveau un aspect matur și dimensiuni relativ mari de aprox. jumătate de metru (figura 4.12). În august, la aceeași stație, Mangalia, la o adâncime de 1 m, s-a întâlnit deasemenea alga brună *Cystoseira barbata* cu o biomasă proaspătă mai ridicată de 5865 g/m², ce prezenta următoarele specii epifite: *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha compressa*, *Cladophora vagabunda* – dintre algele verzi, *Ceramium elegans*, *Ceramium rubrum* – dintre algele roșii.



Fig. 4.11. *Cystoseira barbata* la stația Mangalia/1m în luna august 2010 (puiet)



Fig. 4.12. *Cystoseira barbata* la stația Mangalia/1m în luna august 2009

Substratul elastic și totuși destul de ferm pe care îl reprezintă talurile de *Cystoseira*, structura compactă a ramificațiilor, oferă un loc ideal de fixare a numeroaselor alge macrofite, atât celor fotofile, aducându-le mai aproape de suprafață, cât și a celor sciafile, care se dezvoltă în umbra tufei de *Cystoseira*. Epifitele joacă un rol foarte important, prezența lor determinând un grad mai mare de complexitate a substratului algal, condiție esențială pentru fixarea epibiozei de diatomee și pentru adăpostirea faunei vagile, cățărătoare sau fixată (Müller, Skolka, Bodeanu, 1969).

Observațiile locale au condus la identificarea în câmpul de *Cystoseira* de la Mangalia a speciei *Chaetomorpha aerea* (Chlorophyta), care a cunoscut în această zonă datorită factorilor favorabili (lumină, temperatură) o dezvoltare deosebită. *Chaetomorpha aerea*, cunoscută pe plan mondial sub numele de „spaghete de mare”, (Sava, 2006) deoarece este o specie comestibilă, a prezentat la Mangalia taluri bine dezvoltate, de dimensiuni mari, fixate pe substratul pietros de la mică adâncime, dar și sub formă de fragmente de tal în masa apei. Analiza microscopică a talurilor de *Chaetomorpha aerea*, a condus la identificarea speciei endofite *Acrochaetium thuretii* (Rhodophyta), algă indicatoare de ape mai puțin afectate de poluare.

La Mangalia, la sfârșitul lunii august expediția s-a axat pe observații detaliate ale câmpului de *Zostera nana* (figura 4.13), prelevându-se probe pentru analiza calitativă și cantitativă. *Zostera nana* s-a prezentat puternic epifitată de alga roșie *Acrochaetium thuretii* (indicatoare de ape curate), unele exemplare fiind epifitate și de *Cladophora* și *Enteromorpha*. Talurile de *Zostera nana* au fost populate și de exemplare de mici dimensiuni de *Balanus improvidus*. Analiza cantitativă a condus la identificarea unui număr de 67 de exemplare la o suprafață de 400 cm², cu o biomasă umedă de 1605g/m².

Câmpul de la Mangalia este bine dezvoltat și în cadrul lui s-au mai identificat *Cladophora* sp. și *Enteromorpha* sp. (*E. intestinalis* și *E. compressa*), acestea din urma regasindu-se sub formă de exemplare relativ răzlețe.

Tot în luna august, în 2009, la aceeași stație Mangalia, dar la o adâncime de 3 m, s-a întâlnit de asemenea fanerogama marină *Zostera nana* cu o biomasă umedă de 1977,5 g/m². Comparativ cu anul anterior, în vara anului 2010 specia a înaintat spre orizonturi superioare, și-a lărgit arealul, bionasa umedă fiind asemănătoare. O prezență demnă de menționat este specia prin excelență epifită (în ultimii ani) *Acrochaetium thuretii*, care colonizează intens substratul vegetal elastic pe care-l oferă *Zostera*, algă roșie indicatoare de ape curate. Dimensiunea speciei epifite *Acrochaetium thuretii* la nivelul fanerogamei marine a fost de 2-3 mm, cu o prezență constantă pe suprafața majorității talurilor prelevate. Apele marine de calitate superioară sunt specifice sudului litoralului românesc, astfel explicându-se retragerea câmpului de *Cystoseira* și a fanerogamei marine *Zostera* spre aceste zone. Constanța speciei la nivelul acestei stații (în 2009 și 2010), cât și prezența aceleași specii epifite *Acrochaetium thuretii* (atât în 2009, cât și în 2010), ca un indicator al apelor mai puțin afectate de poluare, sunt considerate semne ale refacerii vegetației bentale în această zonă.



Fig. 4.13. *Zostera nana* la Mangalia/august 2010

Pentru a se monitoriza cele 2 specii perene (*Zostera* și *Cystoseira*) s-au efectuat deplasări în sudul litoralului, între Mangalia-Vama Veche și în sezonul rece (noiembrie 2010). Ca o caracteristică generală, la stațiile analizate nu s-a stabilit încă vegetația specifică sezonului rece, deoarece s-au înregistrat încă temperaturi ridicate ale apei (14°-16°).

Exemplarele din câmpul de *Cystoseira barbata* de la Mangalia au avut în noiembrie 2010 dimensiuni mai mari comparativ cu perioada de vară și un grad de epifitare mai ridicat, dimensiunile actuale ale talurilor putând fi capabile a susține o floră epifită asociată. (figura 4.14.). Astfel, epifite au fost: *Ceramium rubrum* (specie dominantă, de mari dimensiuni), *Ceramium elegans*, *Ulothrix* și *Callithamnion*, alături de *Enteromorpha intestinalis* și *Cladophora* sp. (epifită în partea bazală). Talurile arborescente și bine dezvoltate de *Ceramium* au constituit la rândul lor gazdă pentru *Callithamnion corymbosum* și *Ulothrix* sp. (filamente foarte fine). *Acrochaetium thuretii* a fost identificată și în acest sezon, endofită pe *Cystoseira*, dar și ca epifită de gradul 2 deoarece a fost prezentă pe *Cladophora*, care la rândul ei este o specie epifită pentru *Cystoseira*. În câmpul de *Cystoseira*, speciile oportuniste *Enteromorpha intestinalis* și *Enteromorpha compressa* au dezvoltat o biomasă umedă notabilă de 750 g/m², influențate fiind de temperaturile încă ridicate înregistrate în această perioadă.



Fig. 4.14. *Cystoseira barbata* la Mangalia, noiembrie 2010

Câmpul de *Zostera nana* a fost delimitat între 1,5 - 2,7 m cu un număr de 73 de exemplare la o suprafață de 400 cm². Dacă în vară talurile erau încărcate de epifite (*Acrochaetium* în mod dominant) exemplarele întâlnite în această perioadă a anului au fost lipsite de epifite, cu un aspect proaspăt și o biomasă de 1800 g/m², asemănătoare cu cea din vară (figura 4.15). S-au identificat câteva exemplare epifite de dimensiuni foarte mici (1-3 mm) de *Callithamnion corymbosum* și *Ceramium rubrum*.



Fig. 4.15. *Zostera nana*, Mangalia/noiembrie 2010

Iarba de mare (*Zostera nana*) servește ca biotop pentru numeroase specii de nevertebrate și pești, care-și găsesc aici loc de hrănire, reproducere și apărare, fapt pentru care această specie este deosebit de importantă pentru ecosistemul marin (figura 4.16, 4.17, 4.18)



Fig. 4.16. *Rhizostoma pulmo*, în câmpul de *Zostera nana*



Fig. 4.17. Signatid în câmpul de *Zostera nana*



Fig. 4.18. Crevetă în câmpul de *Zostera nana*

La mijlocul lunii noiembrie deplasările din sud s-au axat pe stațiile 2 Mai și Vama Veche pentru observații asupra câmpului de *Cystoseira* de la Vama Veche. Acesta este alcătuit în luna noiembrie din exemplare înalte, mature, cu epifite și se întinde între 2 - 2,5 m (figura 4.19.).



Fig. 4.19. Câmpul de *Cystoseira barbata* de la Vama Veche, noiembrie 2010

Plante eșuate cu vezicule aerifere mari au fost identificate pe plajă. Furtunile au adus pe plajă specii de *Enteromorpha*, *Ulva lactuca*, fragmente de *Cladophora*,

dar și alge roșii (*Ceramium rubrum*, *C. elegans*), specii care domină vegetația fitobentală de la litoralul nostru.

Ceramium rubrum este specia dominantă din punct de vedere calitativ și cantitativ pe cele 3 profile analizate (figura 4.20). La 1 m, biomasa speciei este ridicată (1400 g/m²). *Ceramium*, datorită abilității sale de reproducere rapidă populează acum, chiar și complet, substratul acoperit în vară de speciile genului *Cladophora*. La adâncime mai mare s-a întâlnit varietatea *barbatum* a speciei *Ceramium rubrum*, ușor epifitată de o altă algă roșie *Callithamnion corymbosum*. Caracterul său oportunist se dovedește și în sezonul rece prin prezența sa dominantă pe substratul dur, specie epifită pe *Cystoseira* (figura 4.21) și chiar pe unele exemplare de *Enteromorpha*.



Fig. 4.20. *Ceramium rubrum* la Vama Veche, noiembrie 2010



Fig. 4.21. *Ceramium rubrum* epifit pe *Cystoseira barbata*, Vama Veche/noiembrie 2010

La 2 Mai, *Cladophora* nu a mai fost identificată, substratul ocupat de aceasta pe parcursul sezonului estival fiind acum populat de o altă specie cosmopolită, oportunistă, *Enteromorpha intestinalis*, ce alcătuiește un gazon des, cu exemplare de mici dimensiuni. Și la această stație *Ceramium rubrum* predomină atât la mică adâncime (0 m -160 g/m²), cât și la 2,8 m, acolo unde pe suprafața talurilor s-au întâlnit mici exemplare de *Callithamnion*. În masa apei au fost gasite taluri mari de *Cystoseira* cu epifite aderente (*Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium*, *Callithamnion*), în zona discului de fixare, dar și pe ramurile principale întâlnindu-se exemplare mici de *Mytilaster* și *Balanus*. Astfel, fotografiile și filmările subacvatice au arătat prezența unor exemplare răzlete de *Cystoseira* (20-40 cm), lipsite de epifite (figura 4.22, 4.23), la adâncimi de aprox. 2,5 m. Taluri eșuate de *Cystoseira* au fost identificate pe plajă aruncate de valuri, alături de depozite aflate în descompunere de *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium*.



Fig. 4.22. Exemplar izolat de *Cystoseira barbata* la 2 Mai, noiembrie 2010



Fig. 4.23. *Cystoseira barbata* la 2 Mai, noiembrie 2010

4.1 Concluzii

- Majoritatea speciilor de macroalge identificate pentru anul 2010 aparțin încrengăturii Chlorophyta și sunt specii care nu sunt atât de sensibile la poluare și pot prolifera în condițiile actuale.
- *Ulva lactuca*, specia dominantă din vara anului 2009 nu a mai dezvoltat biomase mari în 2010, genul dominant cantitativ și calitativ în această perioadă fiind *Cladophora*, aceste specii fiind oportuniste și capabile de a se dezvolta în condițiile unor ape încărcate de nutrienți.
- Dintre algele roșii genul *Ceramium* a avut ca și în 2009 o prezență constantă la litoralul nostru atât în sezonul cald, cât și în perioada rece a anului.
- O tendință pozitivă este cea a refacerii câmpurilor de *Cystoseira barbata*, tendință care se menține din anii anteriori.
- În ceea ce privește această specie de algă brună perenă, considerată specie cheie pentru litoralul românesc, au fost localizate 2 câmpuri la litoralul românesc (la Mangalia și Vama Veche) și câteva exemplare rare la 2 Mai.
- Iarba de mare pitică, *Zostera nana*, considerată până nu demult o specie dispărută de la litoralul românesc, formează astăzi un câmp bine dezvoltat la Mangalia și se află într-un proces de regenerare.
- Un alt aspect pozitiv îl constituie reapariția unei specii considerată dispărută de la litoralul românesc al Mării Negre - *Lomentaria clavellosa* (Rhodophyta), care în trecut forma asociații complexe, reapariția ei indicând o ameliorare a stării ecosistemului marin.
- În 2010 a fost identificat un număr de 3 specii perene: *Cystoseira barbata* (Phaeophyta), *Polysiphonia denudata* (Rhodophyta), *Zostera nana* (Phanerogama).

5. Compoziția chimică și biochimică a macrofitelor de la litoralul românesc

Cercetări asupra conținutului chimic și a valorii nutritive a unor specii de alge din Marea Neagră au fost întreprinse în țara noastră de mai multă vreme. S-au efectuat cercetări asupra modalităților de utilizare a algelor marine în diferite domenii care ar trebui extinse și diversificate în viitor (Bologa, 1980). Valorificarea algelor marine în diferite domenii impune cunoașterea compoziției chimice și a valorii nutritive a acestora. Utilizarea directă a algelor marine după recoltare reprezintă o mare importanță în nutriția animalelor și fertilizarea solului. Această formă de valorificare brută și economică, cunoscută și folosită în decursul secolelor, se mai pastrează și astăzi în țările ce dispun de cantități importante de alge.

Timariu S. și colab., au efectuat primele analize chimice în anul 1959. La *Cystoseira barbata* s-au determinat 33,92% substanțe extractive neazotate (SEN) și 22,61% proteină, iar la *Phyllophora brodiaei* – 32,21% SEN și 21,45% proteină. La *Phyllophora brodiaei* nespălată s-au găsit: 87,28% substanță uscată, 53,69%, substanță organică, 18,06% proteină, 17,29% albumină, 0,30% grăsimi, 28,06% SEN, 6,57% celuloză și 33,59 cenușă. Autorii consideră că această algă are compoziția chimică asemănătoare mazărei, cu deosebirea că este mai saracă în SEN și mai bogată în săruri minerale. În urma experimentelor de digestibilitate pe batali cu aceeași specie de algă și algă murată cu uruială de porumb și melasă (tabel 5.1, Vitalie, 1986) s-au obținut următoarele rezultate:

Tabel 5.1 Substanțe digestibile (%) și valoarea nutritivă (la 1 kg)
la algele roșii *Phyllophora brodiaei*

Nutreț	Substanță organică	Proteina	Albumina	Grăsimile	SEN	Celuloza	Unități nutritive	Albumina digestibilă
Alge uscate	22,16	9,89	8,49	-	6,92	6,49	0,320	85
Alge murate cu uruială de porumb și melasă	-	2,72	1,95	-	20,18	0,65	0,368	19

S-au studiat și algele verzi *Cladophora albida*, amestecul în părți egale de alge verzi *Enteromorpha linza* și alge roșii *Ceramium elegans*, precum și alge brune *Cystoseira barbata*, recoltate la maturitate în zona Agigea a Marii Negre. Valoarea nutritivă a algelor s-a determinat în cadrul Laboratorului de valori nutritive și Norme al Institutului de Cercetări pentru Biologie și Nutriție Animală, Balotești-Ilfov, utilizându-se metoda digestibilității aplicată pe batalii Merinos de Palas și Merinos de Transilvania. Algele s-au administrat uscate și măcinate. Consumul a variat între 200 și 300 g/animal/zi. De-a lungul perioadei experimentale au fost recoltate zilnic și conservate probe de hrană, resturi și fecale. La sfârșitul perioadei experimentale, din probele zilnice omogenizate s-au luat probe medii care au fost analizate calorimetric (EB), chimic și din punct de vedere al valorii nutritive: SU-substanță uscată (105°C), SO (D)- substanță organică (digestibilă), PB (D)-proteina brută (digestibilă), GB (D)- grăsime brută digestibilă, CB (D)-celuloză brută (digestibilă), SEN (D)- substanțe extractive neazotate (digestibile), cenușă, UN-unități nutritive (Tabel 5.2, 5.3).

Tabel 5.2 Compoziția chimică și caloricitatea unor specii de alge marine

Specia	SU (g/kg alge)	Grame la 1 kg/SU						
		SO	PB	GB	CB	SEN	Cenusa	EB
<i>Cladophora albida</i>	847,8	65 5	244,5	2,5	69	339	345	2790
<i>Enteromorpha linza+</i> <i>Ceramium elegans</i>	741	70 4	264	11	84	345	296	3099
<i>Cystoseira barbata</i>	737	77 2	143	6	190	433	228	2675

Tabel 5.3 Valoarea nutritivă a unor specii de alge marine

Specia	SD/kg SU				Energie neta kcal	UN	La 1 kg alge	
	SOD	PBD	SEND	EB	kg/SU	kg SU	UN	PBD g
<i>Cladophora albida</i>	375	169	206	1450	732	0,52	0,44	143
<i>Enteromorpha linza+</i> <i>Ceramium elegans</i>	206	153	38	920	375	0,27	0,20	113
<i>Cystoseira barbata</i>	366	62	143	1378	631	0,45	0,33	45

Deși diferențele de compoziție chimică dintre speciile de alge studiate nu sunt foarte mari, valoarea nutritivă a algelor din specia *Cladophora albida* este superioară celorlalte două, situându-se la nivelul calitativ al unor fânuri de lucernă de calitate medie.

Valorificarea în diferite țări a algelor marine în hrana animalelor s-a datorat în bună parte conținutului bogat în aminoacizi, vitamine și săruri minerale. La studiul acestora au adus contribuții și cercetătorii români. Colectivul Segal B., Segal R., Teodoru V., a obținut un extract de alge marine prin tratamentul de hidroliza cu enzimoliza pe baza de complex enzimatic citolitic, proteolitic și pectolitic, extract caracterizat prin cantități ridicate de substanțe biologice active. S-au folosit speciile de alge *Desmotrichum undulatum* și alge roșii *Porphyra leucosticta* recoltate din mare în perimetrul Agigea-Mamaia. S-a constatat că proteinele din pulberea de alge studiate au un conținut de aminoacizi comparabil cu făina de soia și laptele praf. Se remarcă nivelul ridicat în lizina (aminoacid limitant pentru multe produse vegetale și îndeosebi cereale), în schimb mai mic în metionina (Tabel 5.4, Teodoru V., 1986).

Tabel 5.4 Conținutul în aminoacizi (g/100 g proteină) al extractului total de alge marine

Aminoacizi	Pulbere de alge brune	Pulbere de alge roșii
Acid glutamic	11,2	12,2
Alanina	5,4	6,2
Arginina	9,4	8,3
Acid aspartic	9,0	9,3
Glicocol	5,4	3,2
Histidina	1,3	1,4
Leucina	4,5	5,0

Izoleucina	2,5	3,0
Lizina	6,2	6,5
Metionina	0,5	0,7
Fenilalanina	2,7	3,0
Serina	3,0	3,5
Treonina	3,5	4,0
Tirozina	1,1	1,5
Valina	2,5	3,0

Extractul total reprezintă un complex vitaminic cu potențial nutritiv apreciabil. Ambele pulberi, dar în special cea din alge roșii, constituie o sursă generoasă de vitamine liposolubile și hidrosolubile (Tabel 6.5)

Tabel 5.5 Conținutul în unele vitamine al extractului total de alge marine

Vitamine	U/M	Pulbere de alge brune	Pulbere de alge roșii
Caroten	mg/kg	50,0	140,0
Tocoferol	mg/kg	120,0	250,0
Tiamina	mg/kg	2,3	4,2
Riboflavina	mg/kg	5,5	6,6
Niacina	mg/kg	22,0	15,0
Ciancobalamina	μg/g	0,4	0,12
Acidul ascorbic	mg/100 g	22,0	50,0

Este util de menționat că sunt și date asupra conținutului și dinamicii manitolului și acidului alginic în *Cystoseira barbata*, din 1971, ultimul interesând îndeosebi datorită importanței economice a sărurilor sale-alginații (Mârza, 1972). Determinările chimice au evidențiat o variație sezonieră a acestor compuși: pentru manitol două maxime anuale- în aprilie (24% din SU) și octombrie (21%), precum și două minime anuale – în ianuarie (7,7%) și august (12%), iar pentru acidul alginic tot două maxime – în aprilie (17%) și octombrie (21%), și două minime- în ianuarie (8,5%) și iulie. Aceste variații sezoniere sunt strâns dependente de procesele fiziologice: creșterea, fotosinteza, respirația, reproducerea.

În perioada 2001 – 2004 s-au efectuat studii privind posibilitățile de valorificare a depozitelor de alge marine de-a lungul litoralului românesc. În cadrul contractului 020/2001-2004 “Procedee biotehnologice de valorificare a unor resurse marine în scopuri medicale și industriale”, din cadrul programului de cercetare BIOTECH s-a obținut un supliment nutritiv destinat consumului uman. Produsul obținut a primit denumirea de marcă din partea patenerului cofinanțator – utilizator, S.C. MEDICA S.R.L. și a fost testat pe piață în forme inițiale capsulate de ALGE MARINE .

Pentru obținerea suplimentului s-a determinat compoziția biochimică a următoarelor specii de alge macrofite: *Cystoseira barbata*, *Ceramium spp.*, *Cladophora spp.*, *Enteromorpha spp.* și *Ulva spp.* Valorile medii ale conținutului de lipide, proteine, glucide și substanță minerală în pulberile algale obținute din cele cinci specii sunt prezentate în tabelul 5.6. După calculul rezultatelor s-a aplicat testul

Student pentru compararea valorilor medii de glucide, substanță minerală, lipide și proteine la speciile de alge verzi și alge brune-roșii. Concluzia testului, pentru un nivel de încredere de 95%, a fost că: diferența între valorile medii ale proteinelor și substanței minerale la speciile de alge verzi și roșii-brune este statistic semnificativă (proteine – $P = 0,0385$; $n = 11$; $t = 1,97$; substanță minerală – $P = 0,0416$; $n = 11$; $t = 1,92$) în timp ce valorile medii ale lipidelor și glucidelor nu diferă statistic semnificativ. S-a verificat corelația inversă ($r = - 0,792$; $P < 0,0032$; $n = 11$) între conținutul de substanță minerală și glucide la toate speciile de alge.

Tabel 5.6 Compoziția chimică și biochimică a pulberilor alge obținute din algele verzi, roșii și brune de la litoralul românesc

Parametru	<i>Cystoseira barbata</i> n* = 3	<i>Ceramium spp.</i> n = 3	<i>Cladophora spp.</i> n = 3	<i>Enteromorpha spp.</i> n = 6	<i>Ulva spp.</i> n = 3
Umiditate %	9,27 ± 0,42	11,01 ± 0,13	5,71 ± 0,22	9,14 ± 2,93	12,86 ± 1,01
Cenușă%	17,63 ± 1,73	13,83 ± 1,68	26,38 ± 0,31	30,28 ± 9,01	18,38 ± 3,08
SO%	73,25 ± 2,14	75,16 ± 1,56	67,92 ± 0,53	60,57 ± 6,12	68,86 ± 1,99
Azot total%	2,26 ± 0,34	3,19 ± 0,41	2,45 ± 0,02	1,94 ± 0,14	2,32 ± 0,20
Proteine %	14,13 ± 2,11	19,94 ± 2,56	15,43 ± 0,36	12,10 ± 0,89	14,58 ± 1,30
Lipide %	1,03 ± 0,54	3,43 ± 0,25	3,85 ± 0,47	1,69 ± 0,47	0,69 ± 0,06
Glucide %	58,05 ± 0,72	51,90 ± 4,35	48,45 ± 0,5	46,57 ± 5,19	54,95 ± 1,43

Amestecul de pulberi alge obținut din cele cinci specii *Cladophora spp.*, *Enteromorpha spp.*, *Ulva spp.*, *Cystoseira barbata*, *Ceramium spp.* prezintă următoarea compoziție biochimică: glucide – ($51,81 \pm 5,11$) %; substanță minerală – ($21,26 \pm 7,86$)%; proteine – ($14,95 \pm 2,90$)%; lipide – ($1,94 \pm 1,27$)%. Conținutul în glucide al pulberilor alge, obținute din speciile de alge verzi ($50,23 \pm 4,94$) % au prezentat diferențe ne semnificativ statistic de cel al algelor roșii/brune ($54,9 \pm 4,37$)%. Valorile medii ale substanței minerale au prezentat diferențe semnificativ statistic la speciile de alge verzi (*Cladophora spp.*, *Enteromorpha spp.*, *Ulva spp.* – ($24 \pm 8,25$) %) și alge roșii/brune (*Cystoseira barbata*, *Ceramium spp.* – ($15,73 \pm 1,28$) %). Conținutul proteic al pulberilor alge obținut din speciile de alge verzi ($13,91 \pm 1,77$) % diferă statistic semnificativ de cel al algelor roșii/brune ($17,03 \pm 3,87$) %. Valorile medii ale conținutului de lipide au prezentate diferențe ne semnificative statistic la speciile de alge verzi ($1,81 \pm 1,29$)% – alge roșii/brune ($2,20 \pm 1,38$)%.

Analiza cantitativă a pulberilor alge, obținute din cele cinci specii de alge macrofite arată că glucidele și substanța minerală sunt componentele majore ale acestora, urmate de proteine și lipide. Datele obținute arată că fiecare din speciile analizate reprezintă o materie primă potențială pentru obținerea unor substanțe biologice active. Prezența lor în amestec ușurează tehnologia de prelucrare și contribuie la obținerea unor preparate îmbogățite în principalele clase de substanțe biologice active și săruri minerale.

Compoziția chimică a macrofitelor de la litoralul românesc

În ceea ce privește concentrația constituienților anorganici Na, K, Ca și Mg din alge, Roșoiu și Bologa au comunicat în 1979 rezultatele determinărilor sezoniere executate prin metode chimice. Determinările au evidențiat capacitatea specifică de concentrare a acestor cationi de către speciile analizate, astfel:

- conținutul în Na a fost cuprins între 6,39-24,95 mg/g substanță uscată la algele verzi, între 7,86-22,68 la algele brune, între 15,61-24,70 la algele roșii și între 9,77-14,93 la fanerogame (*Zostera marina* și *Z. nana*);
- conținutul în K a oscilat între 7,00-40,56 mg/g SU la algele verzi, între 22,89-34,33 la algele brune, între 24,71-46,41 la algele roșii și între 11,55-26,47 la fanerogame;
- conținutul de Ca a înregistrat valori cuprinse între 10,15-59,33 mg/g la algele verzi, între 16,27-33,25 la algele brune, între 27,00-50,31 la algele roșii și între 23,69-50,83 la fanerogame;
- conținutul în Mg a variat între 1,69-17,55 mg/g SU la algele verzi, între 1,22-5,65 la algele brune, între 1,07-9,38 la algele roșii și între 3,83-9,85 la fanerogame.

Dintre speciile analizate, *Enteromorpha linza* și *Ceramium elegans* au prezentat concentrațiile cele mai mari de Ca, iar *E. linza* s-a dovedit cea mai bogată în Mg. La toate speciile concentrațiile de Ca au fost mai mari fata de cele de Mg. Concentrația cationilor majori determinați a depins atât de apartenența la specie, cât de zona de recoltare și de sezon; în general, conținutul în Na, K, Ca și Mg a fost mai mare în lunile de primăvară, cu excepția speciei *Cladophora sericea* care a prezentat concentrații mai mari vara.

În anul 1982, Bologa A. și colab., au precizat, în urma analizelor prin activare cu neutroni, concentrațiile a 23 elemente chimice din 11 specii de alge și fanerogame marine, colectate între 1978-1980. În speciile de alge verzi, alge brune, alge roșii și fanerogame au fost determinate următoarele concentrații medii de elemente chimice (% din cenușă): aluminiu (Al): 1,35, 1,11, 1,86 și respectiv 1,04; bariu (Ba): 3,73, 0,06, și 0,026; calciu (Ca): 5,8, 8,2, 4,2 și 8,5; potasiu (K): 12,5, 18,1, 11,5 și 13,0; fier (Fe): 0,89, 0,99, 1,39; și 0,69; magneziu (Mg): 4,2, 3,0, 2,3 și 4,5; mangan (Mn): 0,10, 0,03, 0,13 și 0,37; sodiu (Na): 7,1, 6,5, 8,9 și 9,4; stronțiu (Sr): 0,58, 0,86, 0,13 și 0,43; zinc (Zn): 0,02, 0,02, 0,03 și 0,01. La aceleași specii au fost determinate și concentrațiile medii ale următoarelor elemente (ppm din cenușă): ceriu (Ce): 15,7, 25,2, 20,3 și respectiv 12,3; cobalt (Co): 7,0, 6,5, 11,9 și 17,4; crom (Cr): 26,1, 11,1, 32,7 și 18,2; cesiu (Cs): 1,45, 1,55, 2,25 și 1,35; europiu (Eu): 0,33, 0,53, 0,44 și 0,26; hafniu (Hf): 1,9, 4,2, 2,3; și 1,0; lantan (La): 16,6, 14,1, 12,0 și 5,9; lutețiu (Lu): 0,11, 0,14, 0,15; și 0,08; rubidiu (Rb): 42,0, 86,0, 61,0 și 58,0; scandiu (Sc): 2,9, 2,7, 4,5 și 2,2; samariu (Sm): 1,4, 2,2, 1,8 și 1,2; toriu (Th): 2,2, 4,4, 3,2 și 1,8; yterbiu (Yb): 1,1, 1,5, 1,6 și 0,6. Dintre macroelementele determinate (% din cenușă), concentrațiile medii cele mai mari au revenit cationilor majori K, Na, Ca și Mg; dintre microelemente (ppm din cenușă) Rb a prezentat concentrațiile medii cele mai mari, în timp ce Lu, Mn și Eu concentrațiile medii cele mai mici.

Dintre algele verzi, *Ulva lactuca* a prezentat valori mari ale concentrației de Mg, *Bryopsis plumosa* ale concentrației de Ba, Sr, La și Cs, iar *Cladophora sericea* ale concentrației de Al, K, Cr și Sc. Alga bruna *Scytosiphon lomentaria* a avut valori

maxime ale concentrației multor elemente: Zn, Ce, Eu, Hf, Lu, Rb, Sm, Th și Yb. Dintre alge roșii, *Ceramium elegans* a prezentat o valoare mare a concentrației de Fe, iar *Porphyra leucosticta* a concentrației de Na. Din fanerogame, *Z. marina* a evidențiat valori mari ale concentrației de Ca, iar *Z. nana* ale concentrației de Mn și Co. Din punct de vedere sezonier, doar la *E. linza*, *Cl. Sericea* și *C. elegans* au fost determinate concentrații mai mari ale elementelor chimice în sezonul de primăvară (martie-aprilie). Din totalitatea speciilor analizate a rezultat că *Cl. Sericea*, *B. plumosa* și *S. lomentaria* au arătat un număr mare de elemente chimice cu concentrații mai mari față de alte specii.

De asemenea, a fost determinat conținutul în iod din diferite specii de alge marine (Teodoru și colab., 1978). În tabelul 6.8 sunt redade rezultatele dozării iodului la cele mai răspândite specii de alge verzi, brune și roșii din zona litoralului românesc al Mării Negre. Din tabel rezultă că algele marine au un conținut ridicat în iod ce diferă în funcție de specie. Speciile analizate de alge brune și roșii sunt mai bogate în iod decât cele verzi: 16,2-27,7% și respectiv 9,4-72,2 mg față de 5,4-8,0 mg la 100 g substanță uscată. Cantitățile de iod determinate sunt comparabile cu datele comunicate în literatură pentru algele din alte zone marine.

Tabel 5.7 Conținutul în iod al algelor marine, raportat la substanța uscată

Specia	Cantitatea de iod (mg%)
Increngatura Chlorophyta (alge verzi)	
<i>Enteromorpha linza</i>	4,6-5,8
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	7,0
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	8,0
<i>Bryopsis plumosa</i>	5,4
<i>Cladophora albida</i>	6,2
Increngatura Rhodophyta (alge rosii)	
<i>Cystoseira barbata</i>	27,7
<i>Desmotrichum undulatum</i>	16,2
Increngatura Rhodophyta (alge rosii)	
<i>Ceramium rubrum</i>	21,1
<i>Ceramium elegans</i>	31,0
<i>Callithamnion carymbosum</i>	9,4
<i>Porphyra leucosticta</i>	72,2
<i>Amestec polispecific de alge (90% specii de Enteromorpha)</i>	7,2

6. BIBLIOGRAFIE

- BAVARU A., 1978 - Contribuții la studiul asociațiilor algale din faciesul de piatră de pe litoralul românesc al Mării Negre (ecologie, dinamică și posibilități de valorificare economică). Teza de doctorat (rezumat) - 24 pagini.
- MÜLLER G.I., SKOLKA V.H., BODEANU N., 1969 - Date preliminare asupra populațiilor algale și animale asociate vegetației de *Cystoseira barbata* de la litoralul românesc al Mării Negre. *Hidrobiologia*. București, **10**:279-289.
- SAVA D., 2006 – Algele macrofite de la litoralul românesc al Mării Negre. Ghid ilustrat. Ovidius University Press.
- SBURLEA A., BOICENCO L., BOLOGA A., 2006 – Vegetația submarină de la litoralul românesc al Mării Negre. Importanța pentru ecosistem și măsuri de conservare. Broșura INCDM „Grigore Antipa”. Constanța, 2006.
- VASILIU F., 1984 - Producția algelor macrofite de la litoralul românesc al Mării Negre. Teza de doctorat MEI, Inst. de St. Biolo, pag. 55-60.

Hartile statiilor din care s-au colectat probe in anul 2010

