

Raport de analiză privind parametrii biologici

Subactivitatea 5.3 - Determinarea *in situ* și în laborator a producătorilor primari

Proiectul "Evaluarea calității apelor naturale de suprafață din arealul FLAG Dobrogea Nord în vederea sustenabilității activităților de pescuit" urmărește crearea unui instrument funcțional și operațional pentru informarea/conștientizarea privind calitatea apei, care să conducă la evaluarea calității apei Mării Negre, în zona Midia, respectiv acvatoriile lacustre Tașaul și Siutghiol.

Obiectivele acestui proiect sunt corelate cu obiectivele domeniului tematic "*Conservarea valorilor naturale și conștientizarea riscurilor generate de schimbările climatice*" al Măsurii 2.2.

Proiectul pune accent pe dezvoltarea și implementarea tehnologiilor moderne de evaluare a mediului (folosind metode moderne de analiză chimică, biologică), fiind în conformitate cu mai multe politici și directive ale UE implementate în programele naționale (Directivei-cadru privind strategia pentru mediul marin (Directiva Consiliului 2008/56/CE), în special în ceea ce privește necesitatea evaluării calității apelor pentru a proteja diverse activități (pescuit, turism și acvacultură) și politica comună privind eutrofizarea.

Pornind de la premisa unui ecosistem stabil la nivel local/regional, se poate prescrie un cumul de factori care să susțină eficiența activităților de pescuit și a fermelor de acvacultură/maricultură și chiar susținerea financiară de către organismele competente a unor ferme piscicole în interiorul siturilor Natura 2000.

Cunoașterea condițiilor locale de mediu prin dezvoltarea unui plan de evaluare bazat pe caracterizarea fizică, chimică și biologică a mediului marin și lacustru, poate facilita mobilizarea entităților economice către un scop comun.

Planul actual de evaluare a calității fizico-chimice și biologice a apei trebuie să urmărească atingerea obiectivelor propuse pe termen lung (litoralul românesc al Mării Negre, precum și apele lacustre, să reprezinte un habitat cu potențial de dezvoltare a acvaculturii/pisciculturii).

În prezentul raport sunt analizate grupele reprezentative de fitoplancton - alge verzi, cianobacterii, diatomee și criptofite (inclusiv substanța galbenă), cu influență directă asupra

calității vieții acvatice în zona limitrofă desfășurării activităților de pescuit (sit marin-zona Midia Năvodari și situri lacustre- lac Tașaul și lac Siutghiol).

Scopul principal este de a analiza condițiile necesare desfășurării activităților de pescuit, în contextul conservării patrimoniului natural și al creșterii atractivității teritoriului pentru activități de pescuit. Tehnicile moderne de analiză in situ a parametrilor fizico-chimici și biologici ai apei au permis o evaluare a calității apelor de suprafață privind potențialul trofic.

Poluarea chimică, fizică și biologică are efecte grave asupra biosferei, afectând viața acvatică, motiv pentru care monitorizarea calității apei de suprafață este foarte importantă. Directiva-cadru privind apa (Directiva 2000/60/CE) stabilește un cadru juridic pentru protejarea și refacerea calității apelor în Europa, iar unul dintre obiectivele Directivei este atingerea unei "*stări ecologice bune*" pentru apele de suprafață. În acest context trebuie luat în considerare în mod explicit eutrofizarea [1]. În zona litoralului românesc și implicit în lacurile limitrofe zonei maritime, nu au fost stimulate activitățile de acvacultură. Implementarea la nivel național a strategiilor europene, prin dezvoltarea unor grupuri locale, precum Asociația Grup Local Dobrogea Nord (FLAG), permite o consolidare a sectorului pescăresc românesc, respectiv aplicarea unor soluții inovative impuse de realitățile economice. Menținerea stării favorabile a ecosistemului acvatic marin în zona Midia Năvodari și acvatoriilor lacustre Tașaul și Siutghiol, ca situri integrate în teritoriul FLAG Dobrogea Nord, aduce în prim plan cunoașterea calității fizico-chimice a apei și a conținutului de clorofilă ca bază a nivelului trofic. Această evaluare poate duce la posibilitatea cunoașterii factorilor de mediu relevanți în dezvoltarea resurselor naturale piscicole. Cercetările din ultimii 20 de ani au arătat o îmbunătățire a calității apelor și a resurselor biologice ale zonelor litorale românești ale Mării Negre, după declinul acestora în anii 80 ai secolului trecut [2], [3], [4], [5]. Astfel, legat de activitatea de pescuit marin la Marea Neagră practică până la izobata de 60-70 m de-a lungul liniei de coastă românească, aceasta a înregistrat o creștere de peste 10 ori, de la 443 tone capturate în 2008 la 4842 tone în 2015 (date publicate în "Raport privind ecosistemele regionale de inovare- regiunea de SE", link: <https://uefiscdi.ro/resource-84072?&wtok=2fa895b9525f6d2393b91826ae2df999076353e7&wtkps=XY9REoIwDETVkm/BJlip4Q6OM56g2ioVsErBOjreXcAPR/92NvuSjeYIPwNLhthVdYDCMSGikiSLwBIDcAYGtRAMeNwdqpaqqgzoy8/E35eJcJlvpKq2uCl6hPdznmkcHBZ4MUODk5gzGX82Y7z3JBipSQahzQkP06M1ygygQJJSZKTtT6j8Gxzk+Qhg/sdHFQjTd9bVPfHtPeHlzYG5fenI2pbju39zUUrzc=&wchk=c1d015b624763332d9ff9115446f8595c6d6d009>).

În privința cererii pe piața de pește, noile statistici arată că doar 12% din consumul național de produse din pește este acoperit din producția internă, existând astfel o nevoie comercială care ar putea fi acoperită într-o pondere mai mare de piața internă [6].

În Planul Strategic Național Multianual privind Acvacultura 2014-2020 este menționat faptul că *“nu există studii de evaluare a stocurilor de pește din Marea Neagră și apele interioare, necesare pentru fundamentarea deciziilor de politică piscicolă”*. În sprijinul acestor nevoi se adresează programele de finanțare din fonduri europene alocate în perioada 2014-2020. Este cunoscut faptul că în prezent resursele acvatice nu sunt exploatare și valorificate la realul lor potențial, iar amenajările piscicole în zona marină (pescuit la taliene, maricultură) se doresc a fi modernizate și extinse pentru a diversifica în mod sustenabil tipurile de exploatare a resurselor (inclusiv specii mai slab exploatare în prezent, de exemplu, scoici).

În acest context, implementarea proiectului își aduce o contribuție la dezvoltarea planului de evaluare a calității apei în zona de nord a litoralului românesc (sub administrația FLAG), din punct de vedere fizico-chimic și biologic, care va permite edificarea zonelor potențial poluate și respectiv a celor cu o calitate mai bună a apei, pretabile pentru sporirea capturii resurselor piscicole și/sau a dezvoltării de piscicultură.

Metodologia aplicată

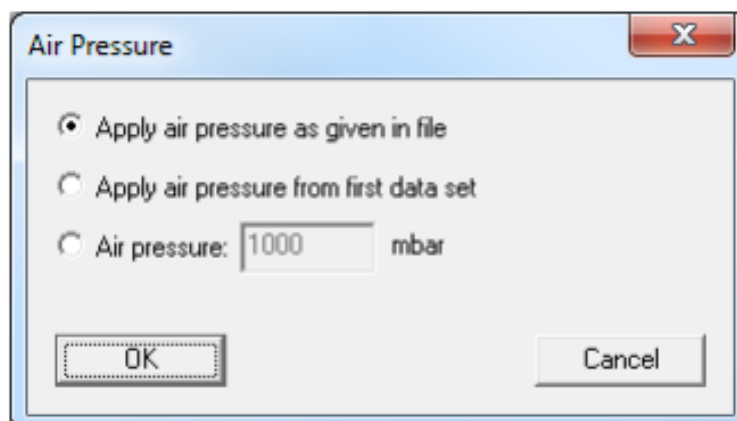
Analizele biologice ale calității apei stau la baza fundamentării unor metode de determinare și evaluare a acesteia. Analiza biologică urmărește determinarea conținutului de clorofilă provenind de la microalge de diferite clase, inclusiv cianobacterii. Metodele și instrumentele de măsurători *in situ* a clorofilei, depind de eficiența absorbției și de randamentul cuantic al fluorescenței clorofilei [7], [8]. Aceste tehnologii sunt extrem de utile în programele ecologice dezvoltate în acvatoriile marine și lacustre.

În studiul nostru am folosit microscopia optică și de fluorescență, precum și instrumentul FluoroProbe III dezvoltat de bbe-moldaenke Germania (<https://www.bbe-moldaenke.de/en/products/chlorophyll/details/fluoroprobe.html>), care permite determinarea activității fotosintetice a microalgelor folosind măsurători de fluorescență în timp real pe diferite lungimi de undă de excitație.

FluoroProbe III utilizează pentru diferențierea algelor șase LED-uri pentru excitația fluorescenței, aceste LED-uri emit lumina cu șase lungimi de undă fixe (370nm, 470nm, 525nm, 570nm, 590nm și 610nm). Semnalul de fluorescență pentru fiecare LED este luat și mediat în timpul unui anumit timp de măsurare.

Determinarea diferitelor alge: clasa algelor verzi (*Chlorophyceae*) prezintă un maxim larg de fluorescență la LED-ul de 470 nm, fiind cauzat de clorofila-a și -b. Cianobacteriile (*Cyanophyceae*) prezintă un maxim la 610 nm datorită pigmentului fotosintetic ficocianina. De asemenea, cianobacteriile conțin clorofila-a detectată la intensitate scăzută la 470nm, lucru care se datorează efectului de mascare a ficocianinei. În cazul grupului Diatomee (*Bacillariophyceae*) maximul spectral apare în zona 525 nm datorat pigmentului fucoxantina care este un pigment natural din clasa xantofilelor, respectiv pentru grupul dinofite/dinoflagelate (*Dinophyceae*) datorat pigmentului peridinina. Picurile maxime la 470 nm sunt cauzate de clorofila-a și -c. În ultimul grup analizat de noi criptofite (*Cryptophyceae*) poate fi observat un maxim spectral la 570 nm, care provine din ficoeritrina. Aceste spectre măsurate sunt reținute în memoria analizorului, putând fi ulterior trimise către un computer PC. Poate fi astfel analizat conținutul de clase de alge din eșantion. Concentrația fiecărei clase de alge este dată în μg clorofilă / l. Concentrația de alge este calculată din valorile fluorescenței pentru fiecare dintre LED-uri. Concentrația totală de clorofilă este suma tuturor concentrațiilor detectate ale claselor de alge. Semnalul este atribuit numai claselor de alge care sunt calibrate și activate în instrument. FluoroProbe III mai primește un semnal de la substanțele fluorescente din apă care nu sunt alge, astfel în fluorometrul bbe++ fiind integrată și determinarea substanțelor galbene. Prin urmare, substanțele galbene sunt supuse fluorescenței. Pentru a măsura substanțele galbene din apă se utilizează LED-ul UV (370 nm). La 370 nm este posibil să diferențiem între alge (semnal slab) și substanțe galbene (semnal puternic). Rezultatul este utilizat în principal pentru a obține o determinare mai precisă a claselor de alge, dar este de asemenea posibil să determinăm variațiile substanțelor galbene în acvatorii.

FluoroProbe III are încorporat un senzor de temperatură, respectiv de presiune. Adâncimea este calculată din presiune. Există trei opțiuni de a aplica presiunea aerului și, prin urmare, calculul adâncimii.



- AIR PRESSURE AS GIVEN IN FILE (unde, presiunea aerului a fost măsurată la începutul măsurării);

- AIR PRESSURE FROM FIRST DATA SET (unde, prima măsurare a presiunii aerului a avut loc în aer. Aceasta este selecția potrivită dacă a fost folosită o pornire automată fără PC);

- AIR PRESSURE (permite introducerea unei valori constante. Se utilizează dacă FluoroProbe a fost scufundat mai mult timp și nu a putut măsura singur presiunea aerului).

Software-ul bbe++ se livrează împreună cu analizorul FluoroProbe și este necesar pentru a descărca datele și a configura parametrii. Astfel, software-ul oferă următoarele funcții: operarea, controlul și calibrarea instrumentelor bbe++; analiza și afișarea datelor în tabele și diagrame; export în diferite formate. Funcția "import" este utilizată pentru a importa fișiere tip *.FLP în baza de date, fișierele putând fi transferate de pe FluoroProbe pe un stick USB.

Urmărirea parametrilor biologici (algali) în diferite sezoane este necesară pentru a cuprinde o gamă cât mai largă de specii algale funcție de optimul lor de dezvoltare. De exemplu, grupul Bacillariophyceae (diatomee) are un maxim de dezvoltare în apele mai reci (sezon primăvară timpurie, toamnă târzie), diatomeele fiind folosite pentru monitorizarea condițiilor mediului și în studiul calității apei.

Au fost prelevate trei rânduri de probe din lacurile Siutghiol și Tașaul precum și zona Midia Năvodari. Primul set de probe a fost folosit pentru determinarea calitativă a fitoplanctonului în zonele de interes. Ținând cont de condițiile meteorologice, schema de prelevare a fost următoarea: luna februarie - lacul Siutghiol, luna martie - lacul Tașaul, respectiv luna aprilie - zona costieră Midia (ținând cont de activitatea de pescuit, realizând și prima ieșire pe mare). La acest moment au fost stabilite cele trei puncte de prelevare din fiecare ecosistem acvatic (dulcicol și marin).

Stațiile de prelevare sunt următoarele:

- În lacul Siutghiol (stația 1- ponton baza nautică a Universității Maritime (S1); stația 2- zona faleza Ovidiu (S2); stația 3 – zona Enigma-Mamaia (S3);
- În lacul Tașaul (stația 1- zona cherhana (S1); stația 2- zona Sibioara (S2); stația 3 – zona limitrofă lacului Corbu –sat Luminița (S3);
- În zona Midia (stația 1- 300m de dig (S1); stația 2- 500m de dig (S2); stația 3 – zona digul de sud port Midia (S3);

Următoarele două seturi de probe au fost folosite pentru analiza cantitativă a clorofilei din principalele grupe de fitoplancton. Prelevările au fost efectuate în sezonul estival în lunile

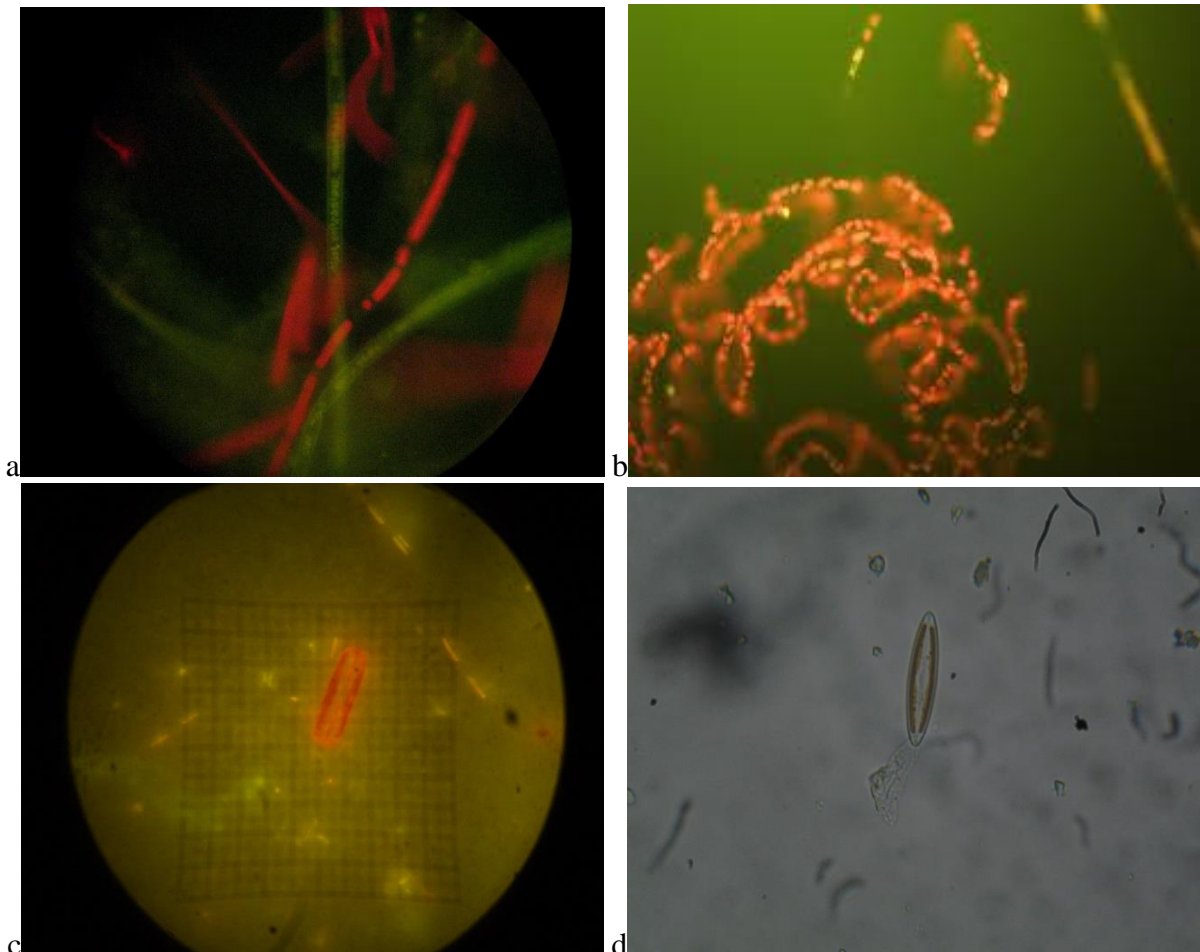
iulie și august (care corespunde unei perioade maxime de lanțuri trofice și biomasă). În acest raport sunt luate în considerare mediile valorilor pe adâncimi ale concentrațiilor de clorofilă ce aparțin principalelor grupe de fitoplancton.

Transportul la punctele de prelevare pe mare a fost asigurat prin serviciu transport pe mare externalizat, fiind realizat în zona de pescuit cu taliene și zona limitrofă acestei activități.

Rezultate obținute

Analiza calitativă a fitoplanctonului a fost începută în sezonul hiemal (februarie-martie), respectiv sezon prevernal (aprilie), utilizând microscopul optic și de fluorescență, iar prelevarea am realizat-o cu fileul planctonic. În urma observațiilor microscopice a probelor din sezonul rece s-a regăsit o abundență a grupeii de diatomee, respectiv răsleți indivizi de cianobacterii.

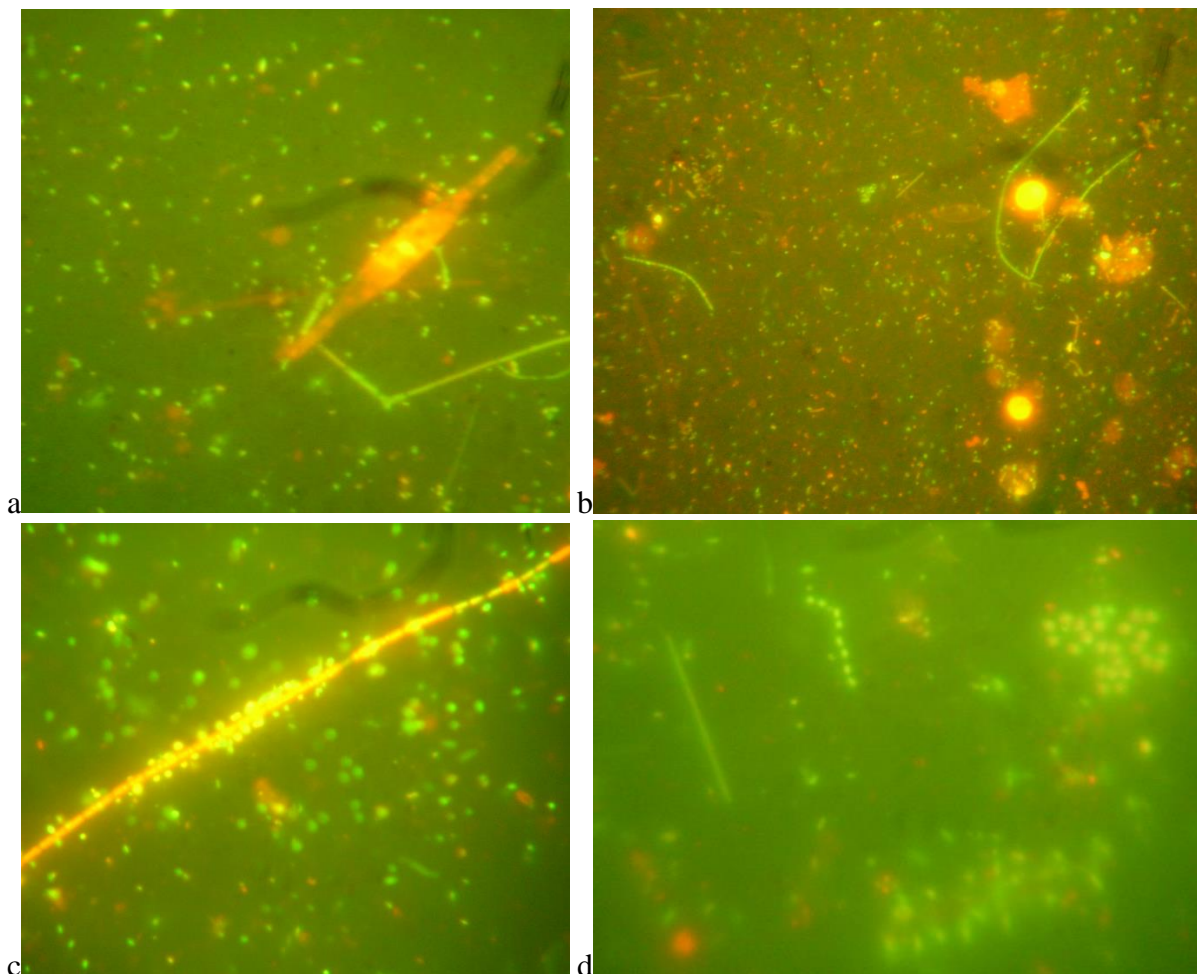
În figura 1 sunt prezentate câteva câmpuri microscopice obținute din proba prelevată în lacul Siutghiol (sezon hiemal).

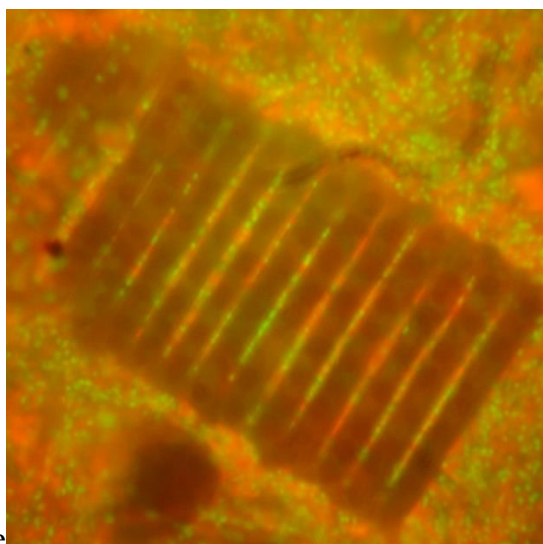




e
Fig. 1. Fitoplancton din lacul Siutghiol în sezon hiernal – epifluorescență, colorație acridine orange (AO) (a-alge verzi filamentoase; b-cianobacterii; c- diatomee), microscop optic (d, e- diatomee); x 400

În figura 2 sunt prezentate câteva din câmpurile microscopice obținute din proba prelevată în lacul Tașaul (final de sezon hiernal și început de sezon prevernal).

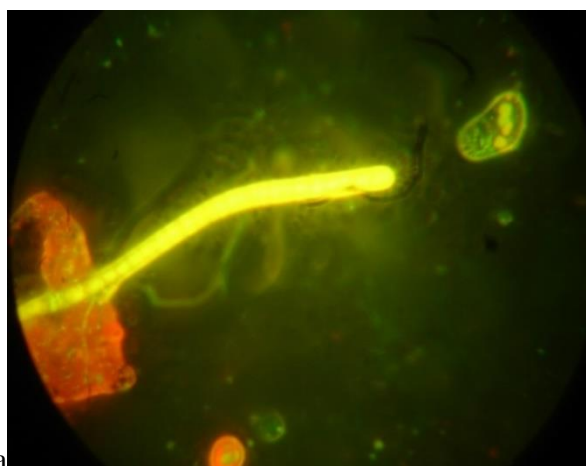




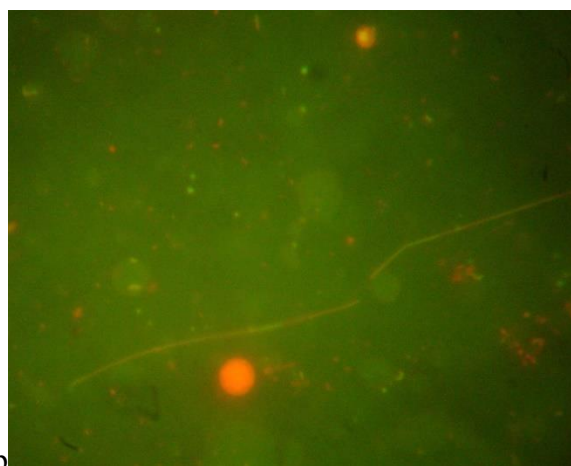
e

Fig. 2. Fitoplancton din lacul Tașaul în sezon rece- microscopie de epifluorescență, colorație AO - diatomee, cianobacterii, bacterii heterotrofe (coci, bacili); x 400

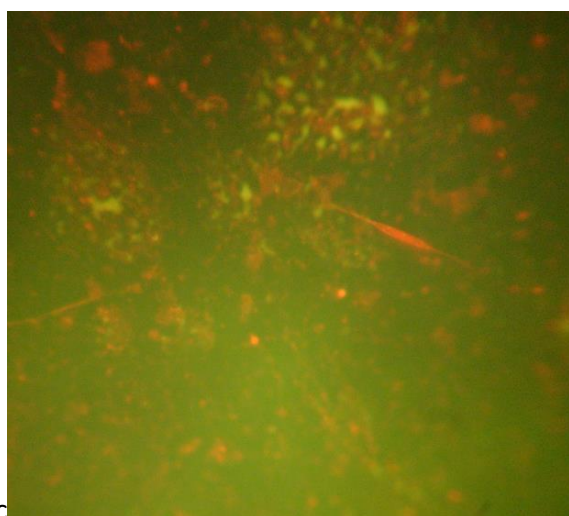
În apele costiere (în zona acvatoriului Midia) diatomeele au dominat în structura calitativă a fitoplanctonului din sezonul prevernal (figura 3).



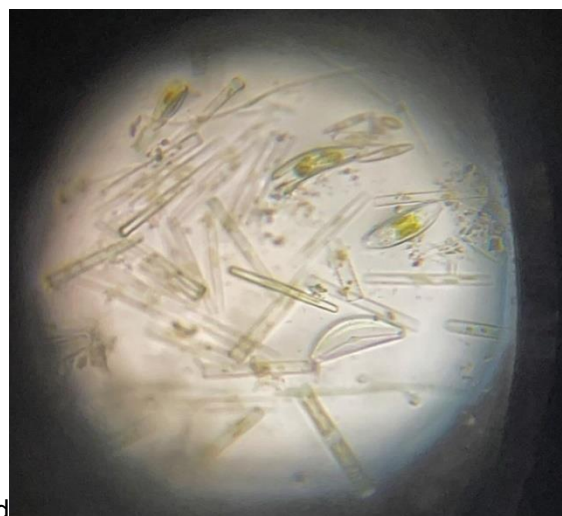
a



b



c



d

Fig. 3. Fitoplancton din ape costiere (Midia-Năvodari) – epifluorescență, colorație AO (a- alge verzi filamentoase; b- cianobacterii; c-microalge; microscop optic, d- diatomee) x400

În sezoanele hiemal și prevernal putem regăsi în cele trei situri analizate grupul dominant al diatomeelor, alături de o densitate mare de bacterii heterotrofe coci și bacili, iar prezența cianobacteriilor unicelulare este nelipsită.

Pescuitul, până la un punct, este afectat pozitiv de creșterea producției primare de alge. Atunci când eutrofizarea începe să reducă substanțial concentrațiile de oxigen dizolvat, pescuitul poate fi afectat negativ. Testarea concentrației de clorofilă, a claselor de alge și activitatea fotosintetică, sunt folosite pentru evaluarea eutrofizării din mediul acvatic, dar și pentru evaluarea productivității în majoritatea apelor de suprafață. În acest sens, am realizat măsurători ale concentrațiilor de clorofilă aparținând principalelor grupe de alge.

Fitoplanctonul este grupul cel mai sensibil la modificările calității parametrilor apei [9]. Pentru a aprecia calitatea și starea trofică a unui ecosistem acvatic (apă dulce sau apă de mare), este important să se determine concentrația de clorofilă.

Interpretarea valorilor din sezonul estival pentru cele patru grupe de alge în fiecare sit analizat, a fost realizată făcând media între cele trei stații de prelevare, deoarece diferențele înregistrate au fost foarte mici.

Concentrația fitoplanctonului total prezintă diferențe mari în cele trei acvatorii investigate, cu o valoare medie a clorofilei de 6,5 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 12,76 $\mu\text{g/l}$ în luna august în zona Midia de la litoralul Mării Negre; de 272,57 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 260,22 $\mu\text{g/l}$ în luna august în lacul Siutghiol; respectiv de 572,69 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 75,81 $\mu\text{g/l}$ în luna august în lacul Tașaul.

Au fost înregistrate, de asemenea, diferențe în prezența și concentrația celor patru grupuri de organisme fitoplanctonice investigate. Astfel, în luna iulie cu o valoare a clorofilei de 389,82 $\mu\text{g/l}$, **algele verzi** se găsesc într-o concentrație de 5 ori mai mare în lacul Tașaul comparativ cu lacul Siutghiol (76,6 $\mu\text{g/l}$) și de 180 de ori mai mare comparativ cu zona Midia (2,18 $\mu\text{g/l}$). În schimb în luna august observăm o modificare a conținutului de clorofilă în cele trei acvatorii, astfel: în Siutghiol conținutul de clorofilă din algele verzi a scăzut de 7 ori față de luna anterioară (10,44 $\mu\text{g/l}$); în Tașaul a scăzut de 13 ori (27,97 $\mu\text{g/l}$), iar în zona Midia valoarea clorofilei s-a dublat (4,78 $\mu\text{g/l}$).

Grupul **cianobacteriilor** prezintă o concentrație a clorofilei de 171,27 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 192,64 $\mu\text{g/l}$ în luna august în Siutghiol (observându-se o ușoară creștere) și de 151,59 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 41,81 $\mu\text{g/l}$ în luna august în Tașaul (observându-se o scădere de aprox. 3,5 ori). **Diatomeele** au avut concentrații ale clorofilei de 0,94 $\mu\text{g/l}$ în lacul Tașaul (fără prezență în luna august) și 4,32 $\mu\text{g/l}$ în luna iulie în zona Midia (în luna august valoarea aproape dublându-se, 7,99 $\mu\text{g/l}$.) Grupul **Cryptophyta** a prezentat o concentrație a clorofilei de 24,7 $\mu\text{g/l}$ în iulie în

Siutghiol, respectiv de 57,14 $\mu\text{g/l}$ în august și de 30,34 $\mu\text{g/l}$ în luna iulie în Tașaul (în luna august valoarea scăzând de 5 ori, înregistrând o medie de 6,03 $\mu\text{g/l}$). În zona Midia nu au fost înregistrate grupurile cianobacteriilor și cryptophytelor. De asemenea, grupul diatomeelor nu a fost prezent în probele din lacul Siutghiol. În figura 4 sunt prezentate valorile medii ale concentrațiilor de clorofilă din cele patru grupe alge, în cele 3 situri analizate.

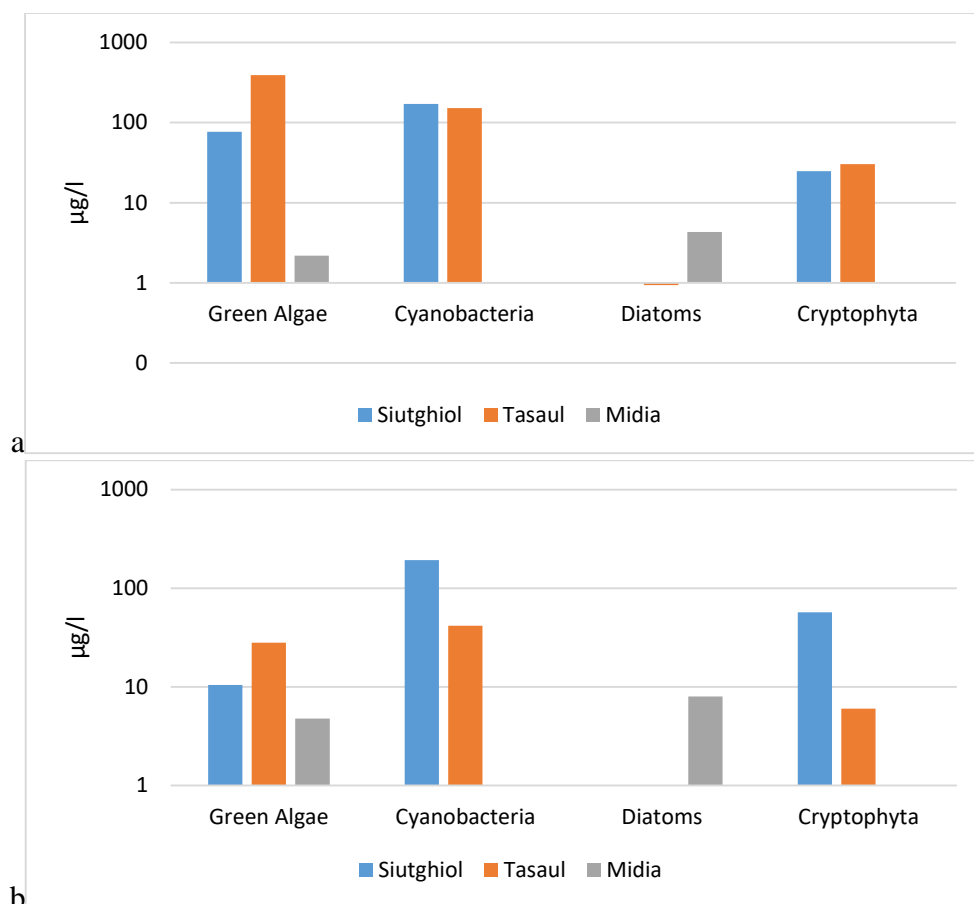


Fig. 4. Concentrația medie a clorofilei în grupele reprezentative ale fitoplanctonului (a-luna iulie; b-luna august)

Fiecare din cele trei zone acvatice prezintă particularități în ceea ce privește ponderea diferitelor grupuri fitoplanctonice (figura 5). Astfel, în lacul Siutghiol 62,8% (iulie) respectiv 74,03% (august) din fitoplancton este reprezentat de cianobacterii, urmate de algele verzi (28,1% -iulie), respectiv criptofite (21,96% -august). În lacul Tașaul în luna iulie preponderente sunt algele verzi (68%), cianobacteriile reprezentând 26,47% din totalul fitoplanctonului; însă în luna august se inversează structura calitativă, dominând cianobacteriile (55,14%) urmate de algele verzi (36,9%).

În zona Midia diatomeele reprezintă 66,49% (iulie) respectiv 62,58% (august) din fitoplancton, urmate de algele verzi (33,51%- iulie; 37,42% - august) (figura 5).

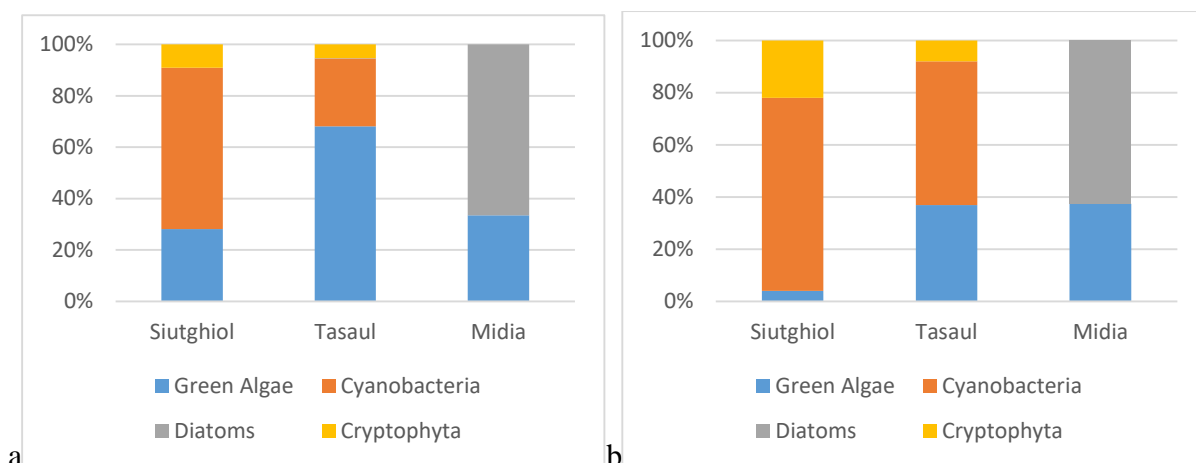
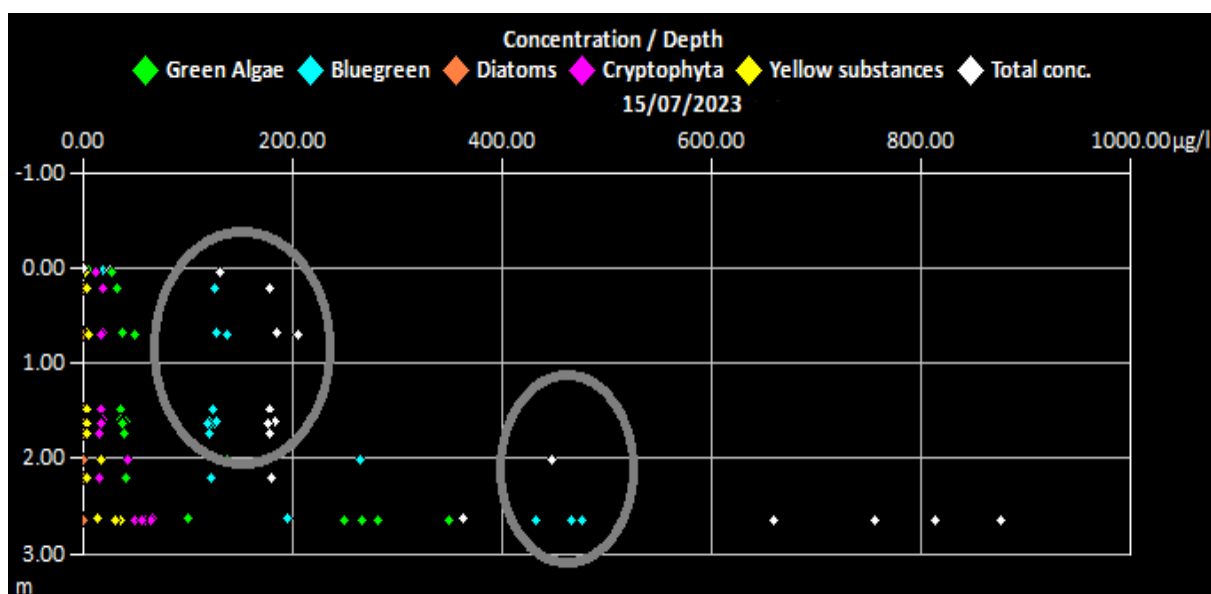


Fig. 5. Procentul de clorofilă din diferite grupuri de fitoplancton în zonele acvatice investigate (a-luna iulie; b-luna august)

Predominanța cianobacteriilor în acvatoriul Siutghiol pe parcursul sezonului estival, nu a modificat concentrația totală de clorofilă (valori medii 272,57 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 260,22 $\mu\text{g/l}$ în luna august). Cianobacteriile prezintă o constanță a valorilor la adâncimi între 0,5 -1,5 m (120-130 $\mu\text{g/l}$), pentru ca la adâncime de peste 1,5 m să înregistreze valori de până la 477 $\mu\text{g/l}$.

Concentrația totală de clorofilă până la 1,5 m înregistrează valori între 178 -188 $\mu\text{g/l}$ (luna iulie), respectiv valori între 122,57 – 129,79 $\mu\text{g/l}$ (luna august), iar la peste 1,5 m vârful de concentrație al clorofilei crește până la valori de 877,95 $\mu\text{g/l}$ (luna iulie), respectiv 634,57 $\mu\text{g/l}$ (luna august) .

În figura 6 se observă cum punctele albe reprezentând concentrația totală de clorofilă, păstrează trendul punctelor albastre ce reprezintă concentrația cianobacteriilor.



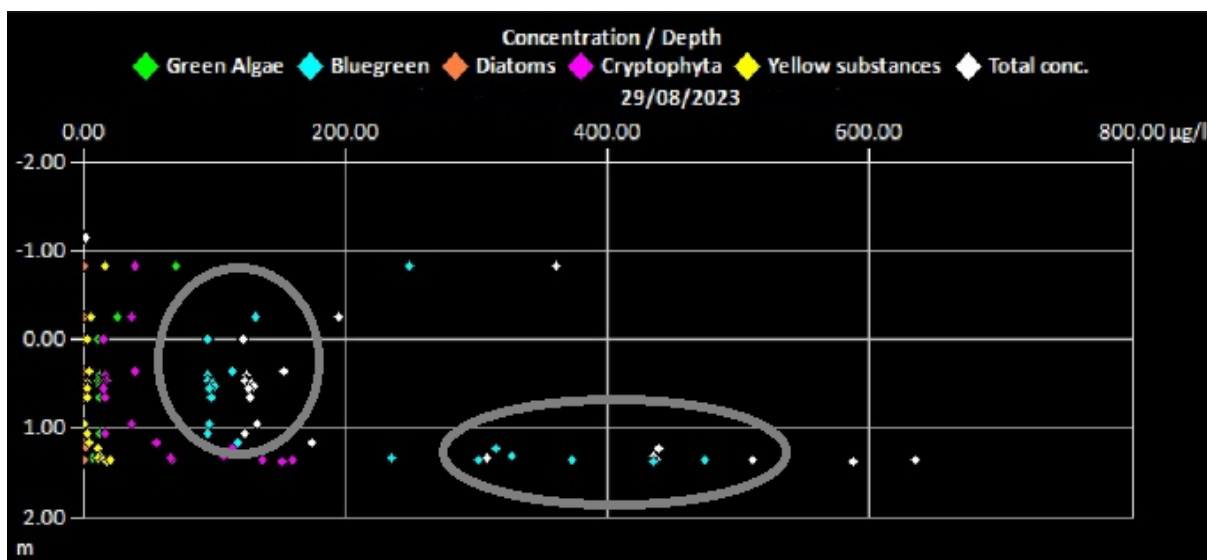
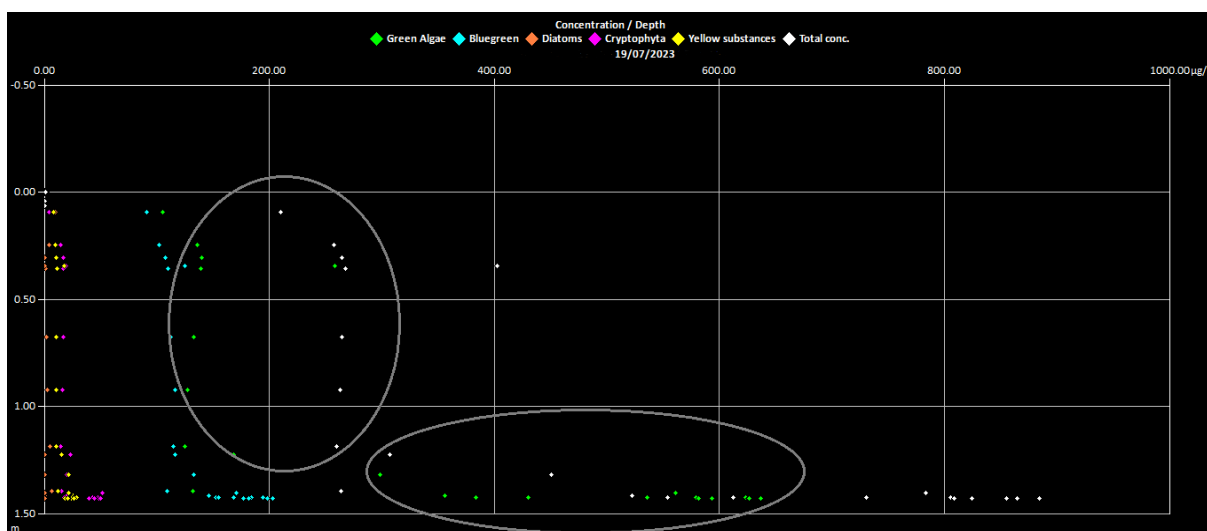


Fig. 6. Evoluția pe adâncime a concentrației de clorofilă din cele 4 grupe de alge în lacul Siutghiol

În schimb, modificarea structurii calitative între algele verzi (iulie) și cianobacterii (august), a dus la o scădere a conținutului total de clorofilă din lacul Tașaul (572,69 $\mu\text{g/l}$ în iulie și 75,81 $\mu\text{g/l}$ în luna august)- figura 7.

În lacul Tașaul concentrația algelor verzi prezintă cele mai mari valori la 1,5 m (637 $\mu\text{g/l}$ -iulie), respectiv vârf maxim în august la 1 m (152,16 $\mu\text{g/l}$), media valorilor scăzând de 13 ori. Cianobacteriile prezintă în luna iulie valori relativ constante pe întreaga coloană de apă măsurată (107,98-203,12 $\mu\text{g/l}$), în schimb în luna august concentrația de clorofilă din acest grup a variat între 72,56-193,35 $\mu\text{g/l}$, înregistrând o scădere a valorii medii de 3,5 ori față de luna precedentă. Concentrația totală de clorofilă în luna iulie are valori medii de 264,95 $\mu\text{g/l}$ până la 1 m, pentru ca la 1,5 m să atingă un maxim de 884 $\mu\text{g/l}$. În luna august concentrația totală de clorofilă are valori medii de 160 $\mu\text{g/l}$ până la 1 m, pentru ca la 1,5 m să atingă un maxim de 367,57 $\mu\text{g/l}$.



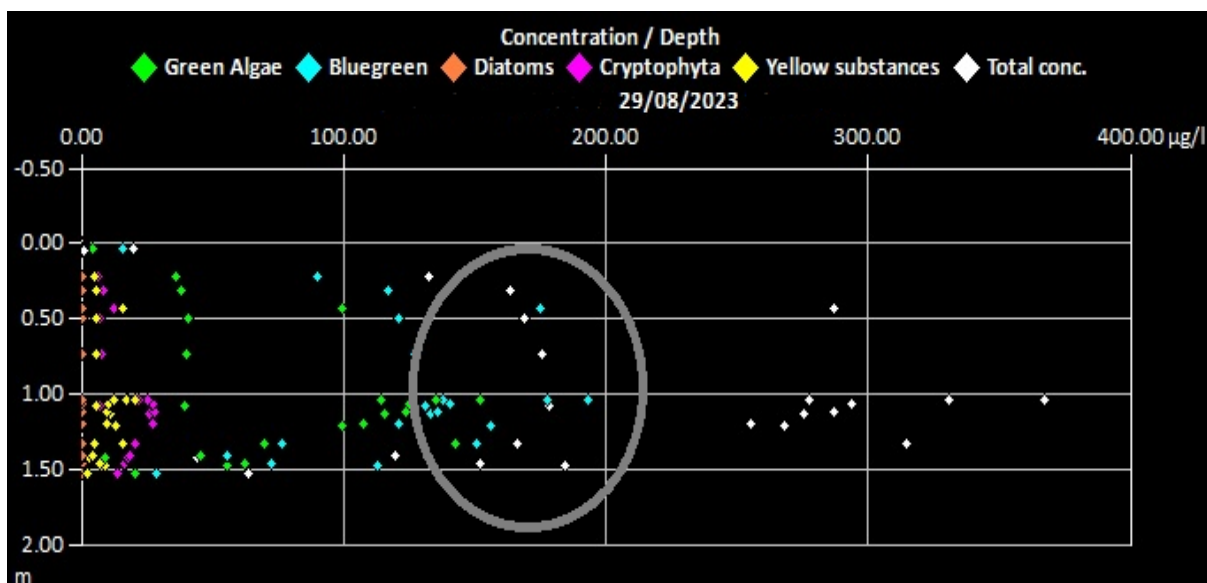


Fig. 7. Evoluția pe adâncime a concentrației de clorofilă din cele 4 grupe de alge în lacul Taşaul

Măsurătorile efectuate în zona Midia, în locația unde se desfășoară activități de pescuit precum și zona limitrofă acesteia (zona dig sud port Midia), au prezentat în luna iulie valori ale grupului de alge verzi între 0,38-2,57 $\mu\text{g/l}$ până la adâncimea de 2,5 m; cea mai mare valoare a fost înregistrată la adâncimea de 4,7 m (3,43 $\mu\text{g/l}$). În luna august în schimb, valorile concentrației de clorofilă din grupul algelor verzi au înregistrat valori duble față de luna precedentă, până la adâncimea de 3 m regăsind valori între 4,64- 6,46 $\mu\text{g/l}$. Peste această adâncime, valorile având o descreștere constantă.

De remarcat diferența privind componenta producătorilor primari între acvatoriile lacustre și cel marin costier, care este dată de lipsa cianobacteriilor și a criptofitelor în arealul marin.

Totodată, grupul diatomeelor încadrează valori omogene pe toată coloana măsurată, înregistrând valori în intervalul 2,47-5,42 $\mu\text{g/l}$ (luna iulie), respectiv 4,22 – 10,04 $\mu\text{g/l}$ (luna august). Vârfurile de concentrație ale diatomeelor au fost observate la adâncimea de 3 m.

Concentrația totală de clorofilă în luna iulie prezintă valori minime medii în primii 1,5 m (3,8 $\mu\text{g/l}$) și maxime la adâncimea de 4,5 m (8,76 $\mu\text{g/l}$). În luna august valoarea concentrației totale de clorofilă se dublează, fiind susținută de dublarea valorilor algelor verzi și a diatomeelor față de luna precedentă (figura 8).

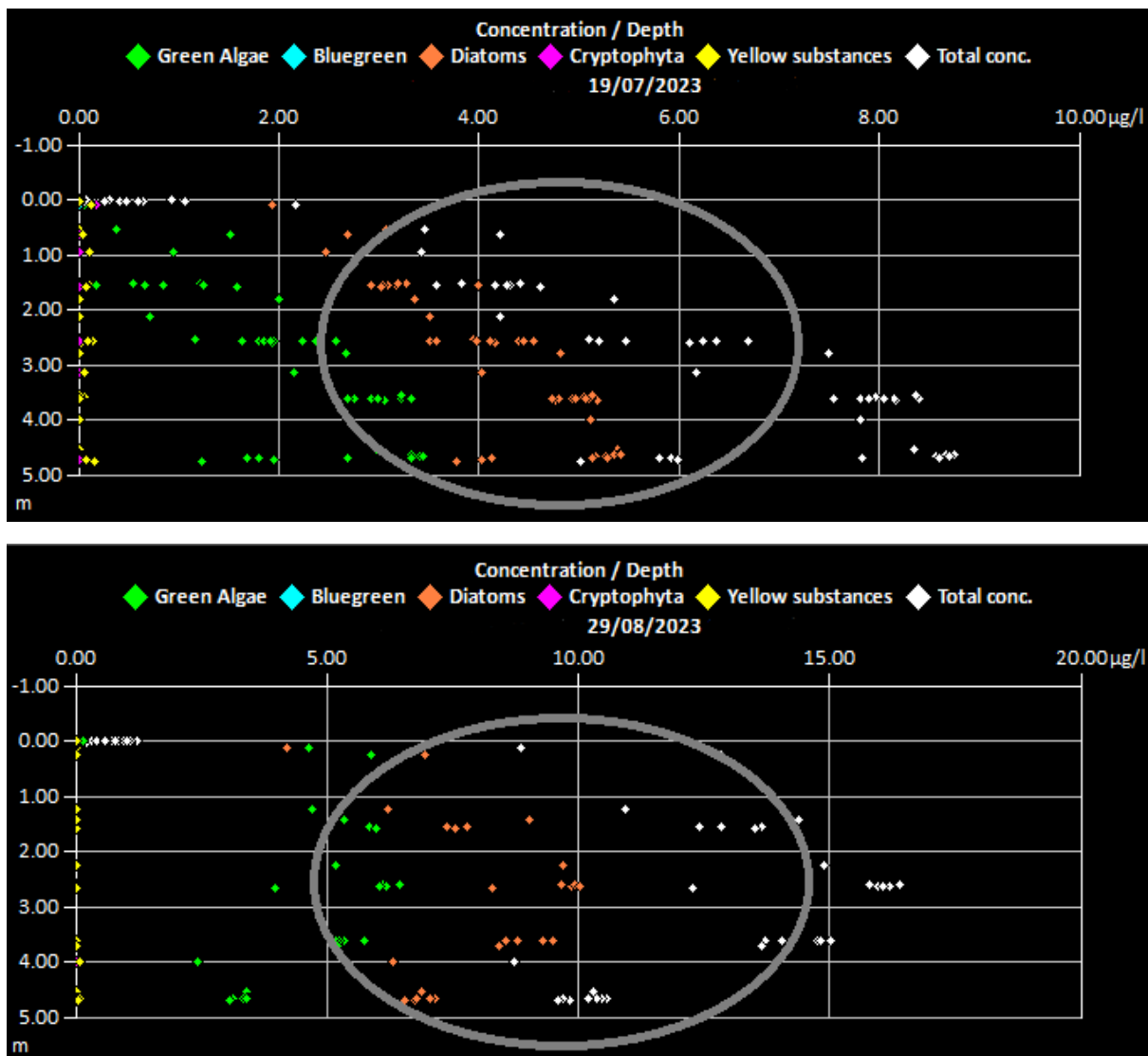


Fig. 8. Evoluția pe adâncime a concentrației de clorofilă din cele 4 grupe de alge în zona Midia

Înflorirea algală evaluată prin prisma detectării cianobacteriilor potențial dăunatoare, are drept scop aprecierea calității fondului trofic, ca suport al dezvoltării ihtiofaunei în zona de evaluare. În acest sens, observăm că în lacurile Siutghiol și Tașaul concentrația cianobacteriilor reprezintă o prezență constantă în coloana de apă până la adâncimea de 1,5 m. Aceste date sunt corelate cu prezența substanței gablene care apare în mod natural în mediile acvatice, provenind din detritus sau din material organic aflat în descompunere. Concentrația de substanță galbenă în luna iulie în lacul Tașaul, are cele mai mari valori absolute (concentrație medie de 19,76 $\mu\text{g/l}$), urmat de Siutghiol. În luna august concentrația medie de substanță galbenă înregistrată în Siutghiol a fost de 7,88 $\mu\text{g/l}$ (figura 9).

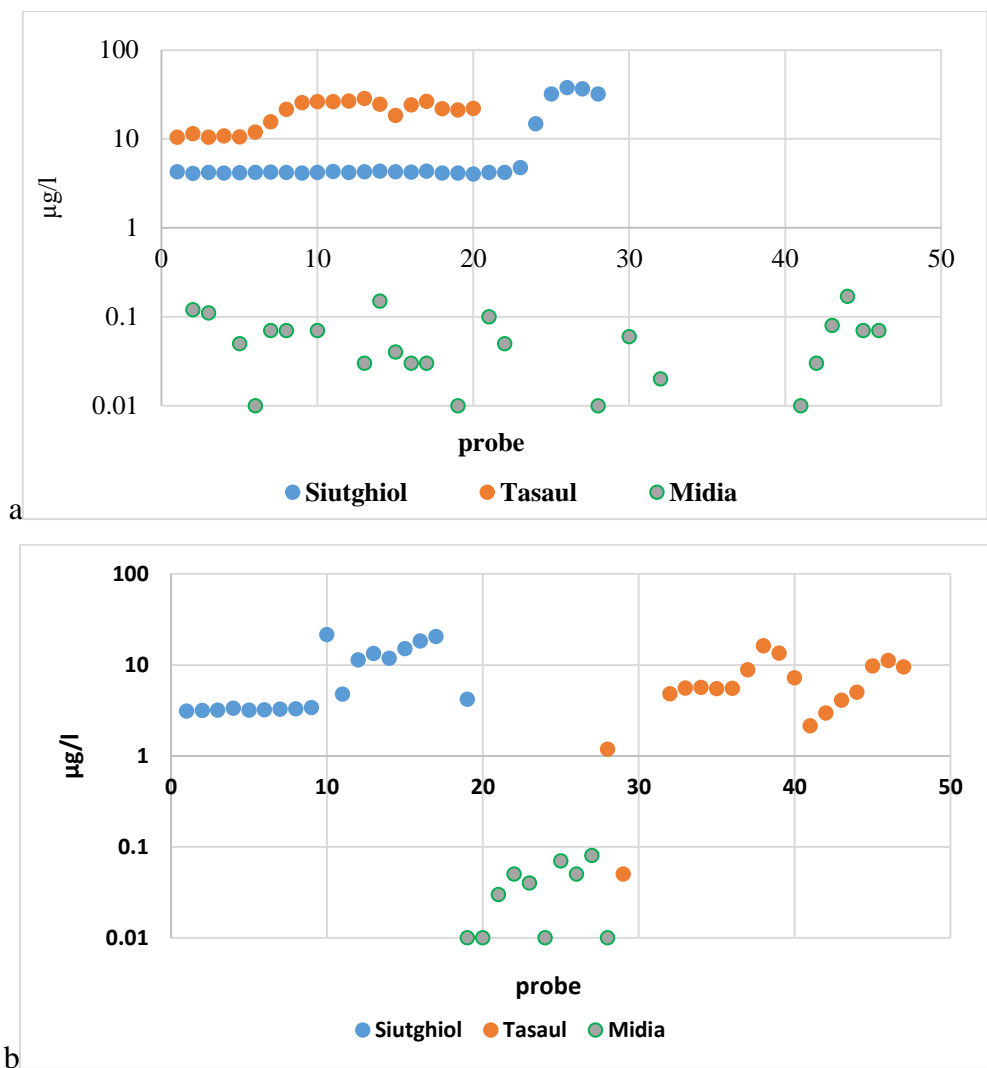


Fig. 9. Concentrația substanței galbene în zonele acvatice investigate (a-luna iulie; b-luna august)

În mediul marin, concentrația medie de substanță galbenă este mult mai mică (0,03 $\mu\text{g/l}$ -luna iulie, respectiv 0,01 $\mu\text{g/l}$ luna august), comparativ cu mediul lacustru. În zona Midia concentrația de substanță galbenă prezintă valori scăzute cu două picuri de valori la 2,5 m (0,15 $\mu\text{g/l}$), respectiv la 4,7 m (0,17 $\mu\text{g/l}$) în luna iulie, pentru ca în august valorile să fie decelate la adâncimea de 4 m.

Concluzii

Rezultatele obținute în acest studiu sugerează existența unei bune baze trofice pentru dezvoltarea activităților de pescuit și acvacultură, transpusă prin prisma existenței producătorilor primari.

În ceea ce privește sănătatea ecosistemelor acvatice, fitoplanctonul are un rol important prin poziționarea sa ca primă verigă la baza rețelei trofice, precum și în menținerea unei bune oxigenări a apei. Numeroase studii au evidențiat calitățile fitoplanctonului ca sursă de proteine,

acizi grași, carbohidrați, vitamine și minerale pentru speciile acvatice, acesta fiind folosit cu succes în hrana peștilor ca suport pentru creștere și dezvoltare, precum și pentru stimularea imunității acestora [10], [11], [12], [13], [14].

Unele dintre cele mai frecvente probleme cu care se confruntă speciile de pești sunt: cantitatea insuficientă de oxigen dizolvat, poluarea cu substanțe organice, poluarea termică, poluarea fonică, diverse obstacole în calea migrației, poluarea radioactivă etc. Ca urmare, peștii pot fi folosiți ca bioindicatori în procesul de biomonitorizare, dar în același timp, prin extrapolarea valorilor parametrilor fizici, chimici și biologici, se poate prezice starea de sănătate a populației de pești prezente în corpurile de apă.

În acest sens, în prezentul studiu am aplicat o tehnică de măsurare *in situ* a clorofilei, deoarece analizoarele moderne (precum instrumentul Fluoroprobe III) utilizează diverse LED-uri pentru diferențierea algelor, prezentând avantaje deosebite vis-a-vis de stabilitate și precizie în măsurare, fiind deosebit de utile pentru monitorizarea mediului și acvacultură.

Pe baza rezultatelor cantitative obținute, estimăm că pentru sezonul estival 2023 lacul Tașaul a avut o calitate mai scăzută pentru dezvoltarea biomasei piscicole și implicit a activităților de pescuit și acvacultură, estimare bazată pe reducerea concentrației totale de clorofilă (de 7,5 ori din luna iulie până în luna august), coroborat cu un consum biochimic de oxigen crescut (în august, în 5 zile de incubare a probelor, tot oxigenul dizolvat a fost consumat în activitatea microbiologică) și cu o cantitate crescută de fosfor anorganic (conform raportării parametrilor fizico-chimici).

Valorile parametrilor de calitate monitorizați depind de caracteristicile sezoniere, de aceea este necesar să continuăm cercetările în aceste situri acvatice.

Siturile respective pot constitui premisele unei bune desfășurări a activităților de pescuit în mediul natural. În plus, gândirea strategică a unei ferme de acvacultură poate aduce venituri suplimentare prin dezvoltarea unor activități complementare ca de exemplu turism, pescuit recreativ sau chiar activități educative legate de protecția mediului acvatic (cunoașterea biodiversității).

În zona costieră studiată, calitatea apei, transpusă prin prisma existenței producătorilor primari, se poate considera prielnică pentru susținerea activităților de pescuit. Prezența grupului de diatomee și a algelor verzi, precum și lipsa cianobacteriilor care ar putea produce înfloriri algale, oferă oportunități de dezvoltare a activităților de acvacultură. În planul strategic național multianual pentru acvacultură se menționează faptul că există dificultăți legate de accesul la

suprafețele de apă marină și de lipsa locurilor de adăpost de la litoralul Mării Negre, însă o planificare sectorială integrată în managementul zonelor costiere precum și o evaluare strategică de mediu, ar putea facilita activitățile piscicole.

Prezentul proiect și-a adus o contribuție la realizarea Obiectivului general al strategiei FLAG Dobrogea Nord în cadrul Măsurii de finanțare 2.2 prin încurajarea activităților economice din sectorul de pescuit. Cunoașterea aspectelor de mediu ar putea susține și proteja activități precum pescuitul, acvacultura, turismul, cu efecte în creșterea calității vieții și diversificarea activităților economice.

Referințe bibliografice

- [1] Anton I.A., Panaitescu M., Panaitescu F-V., Ghiță S., 2018. *Impact of coastal protection systems on marine ecosystems*, EENVIRO 2018 – Sustainable Solutions for Energy and Environment, E3S Web of Conferences 85, 07011 (2019)
- [2] Sundri M.I., 2019. *Ecotoxicological assessment of Tabacarie Lake*, Journal of Marine Technology and Environment, vol.2, ISSN: 1844-6116.
- [3] Sundri M.I., 2014. *Ecotoxicological assessment in some points of the Romanian Black Sea coastal zone*, Journal of Marine Technology and Environment, Maritime University of Constanta, VOL. I, pg. 79-82, ISSN: 1844-6116.
- [4] Zagan S., Enache I., 2019, *Quality parameters of Black Sea water in Constanta City*, Constanta Maritime University Annals, Year X, Vol.12, pg. 261-264.
- [5] Stevens T., Mee, L., Friedrich J., Aleynik D., Minicheva G., 2019. *Partial Recovery of Macro-Epibenthic Assemblages on the North-West Shelf of the Black Sea*. Front. Mar. Sci., 31 July 2019, Sec. Marine Conservation and Sustainability, Volume 6. | <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00474>
- [6]<https://uefiscdi.ro/resource-84072?&wtok=2fa895b9525f6d2393b91826ae2df999076353e7&wtkps=XY9REoIwDETVkm/BJlip4Q6OM56g2ioVsErBOjreXcAPR/92NvuSjeYIPwNLhthVdYDCMSGikiSLwBIDcAYGtRAMeNwdqpaqqgzoy8/E35eJcJlvpKq2uCl6hPdznmkcHBZ4MUODk5gzGX82Y7z3JBipSQahzQkP06M1ygygQJJSZKTtT6j8Gxzk+Qhg/sdHFQjTd9bVPfHtPeHlzYG5fenI2pbju39zUUrzc=&wchk=c1d015b624763332d9ff9115446f8595c6d6d009>.
- [7] Zeng L., Li D., 2015. *Development of In Situ Sensors for Chlorophyll Concentration Measurement*, Journal of Sensors, Volume 2015, Article ID 903509, 16 pages, <https://doi.org/10.1155/2015/903509>
- [8] Babin M., 2008. Phytoplankton fluorescence: theory, current literature and in situ measurement, in *Real-Time Coastal Observing Systems for Marine Ecosystem Dynamics and Harmful Algal Blooms: Theory, Instrumentation and Modelling*, M. Babin, C. S. Roesler, and J. J. Cullen, Eds., pp. 237–280, UNESCO, Paris, France

- [9] Ahipathy M.V., Puttaiah E.T., 2006. *Ecological Characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore*, Environmental Geology, Vol. 49, No. 8, pp. 1217-1222. <http://dx.doi.org/10.1007/s00254-005-0166-0>
- [10] Nagappan S., Das P., Quadir M.A., Thaher M., Khan S., Mahata C., Al-Jabri H., Vatland A.K., Kumar G., 2021. *Potential of microalgae as a sustainable feed ingredient for aquaculture*, Journal of Biotechnology, Volume 341, pg 1-20.
- [11] Mahata C., Das P., Khan S., Thaher M., Quadir M.A., Nagappan Annamalai S., Al-Jabri H., 2022. *The Potential of Marine Microalgae for the Production of Food, Feed, and Fuel (3F)*, MDPI, Fermentation, 8, 316.
- [12] Norambuena F., Hermon K., Skrzypczyk V., Emery J., Sharon Y., Beard A., Turchini G., 2015. *Algae in Fish Feed: Performances and Fatty Acid Metabolism in Juvenile Atlantic Salmon*, PLoS One, 10(4): e0124042.
- [13] Ahmad A., W. Hassan S., Banat F., 2022. *An overview of microalgae biomass as a sustainable aquaculture feed ingredient: food security and circular economy*, Bioengineered, Vol. 13, No. 4, pg. 9521–9547.
- [14] Cadar E., Negreanu-Pirjol T., Sirbu R., Dragan A.-M.L., Negreanu-Pirjol B.-S., Axente E.R., Ionescu A.-M., 2023. *Biocompounds from Green Algae of Romanian Black Sea Coast as Potential Nutraceuticals*. Processes 2023, 11, 1750. <https://doi.org/10.3390/pr11061750>