

Cercetări marine	I.R.C.M.	Nr.9 supl.	211 - 222	1976
------------------	----------	------------	-----------	------

DATE ASUPRA CONȚINUTULUI PIGMENTILOR CLOROFILIIENI LA UNELE ALGE MACROFITE DE LA LITORALUL ROMÂNESC AL MĂRII NEGRE

ALS.Bologa

Institutul Român de Cercetări Marine - Constanța

Cunoașterea compoziției cantitative și calitative a garniturii pigmentare a unor specii ale florei algale macrofite se bucură în ultimul timp de interes crescând. Sub aspect cantitativ s-a urmărit cu precădere existența și răspândirea pigmentilor asimilatori în diferite organoide ale talului și variațiile lor sezoniere. A interesat de asemenea compoziția calitativă și raporturile cantitative ale clorofililor și carotenoizilor.

Asemenea cercetări au fost efectuate asupra unor macrofite cu o răspândire mai mult sau mai puțin însemnată în diferite bazine marine, printre care, de exemplu, în Marea Neagră (4) sau în Golful Triest (5), în vederea cunoașterii aportului productiv al fitobentosului.

Determinări asupra concentrației și dinamicii sezoniere ale pigmentilor asimilatori ai principalelor specii algale macrofite lipsesc pînă în prezent la litoralul românesc. Am început efectuarea dozărilor pigmentilor clorofilieni la trei specii comune, cu apartenență sistematică diferită (Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta), frecvente la litoralul nostru. Aceste specii

participă la constituirea principalei asociații fitobentale a infralitoralului stincos - comunitatea Cystoseira barbatae - cu rol ecologic complex pentru organismele subgenozei Cystoseira-Mytilus.

MATERIAL SI METODA

Conținutul clorofilian a fost determinat la Enteromorpha linza (L.) J. AG., Cystoseira barbata (GOOD. et WOOD.) J.AG. și Ceramium elegans DUCL., colectate lunar la Agigea (sud Constanța), în perioadele mai-noiembrie 1973 și ianuarie-noiembrie 1975; lipsa datelor pentru anumite luni se datorează furtunilor puternice sau gradului avansat de agitație al mării, care au împiedicat colectarea materialului algal.

Extragerea pigmentilor clorofilieni a fost făcută după metoda SMITH și BENITEZ (2) și HOLDEN (3). După spălarea și tamponarea talurilor cu hîrtie de filtru, au fost folosite 1-5 g material proaspăt de E. linza, C. barbata (cauloid, ramuri asimilatoare) și C. elegans. Materialul mărunțit a fost mojarat, cu nisip de cuarț (spălat în HCl 30% și apă) în 100-200 ml acetonă 90% p.a. și cu adăugare de $MgCO_3$, pînă la decolorare.

Determinările pigmentilor clorofilieni din extractele acetoneice integrale au fost efectuate la un spectrofotometru VSU₂ - G (C. Zeiss) în cuve de 1 cm. Intrucît cloroficeele conțin clorofilele a și b, feoficeele doar clorofila a (și uneori în cantități reduse clorofila c), iar rodoficeele clorofila a (și uneori clorofila d) (1,2,6), la E. linza a fost determinată concentrația clorofilelor a și b, iar la C. barbata și C. elegans cea a clorofilei a. Dozările spectrofotometrice au fost efectuate pentru clorofilele a și b la 750 (acetonă), 663 și 645 nm, și pentru clorofila a la 750 și 663 nm; valorile extincției matorului (acetonă) au fost scăzute din valorile extincțiilor clorofilelor.

Concentrația pigmentilor clorofilieni a și b a fost calculată, comparativ, după formulele MACLACHLAN - ZALIK (1 și 2) și GOODWIN (3 și 4) (8):

$$\text{clorofila } \underline{a} \text{ (mg/g)} = \frac{12,3 E_{663} - 0,86 E_{645}}{d \cdot 1000 \cdot W} \cdot V \quad (1)$$

$$\text{clorofila } \underline{b} \text{ (mg/g)} = \frac{19,3 E_{645} - 3,6 E_{663}}{d \cdot 1000 \cdot W} \cdot V \quad (2)$$

$$\text{mg/g pigment} = \frac{E \cdot V \cdot 10^3}{d \cdot 100 \cdot W \cdot b}$$

$$\text{clorofila } \underline{a} \text{ (mg/g)} = \frac{E_{663} \cdot V \cdot 10^3}{d \cdot 100 \cdot W \cdot 100} \quad (3)$$

$$\text{clorofila } \underline{b} \text{ (mg/g)} = \frac{E_{645} \cdot V \cdot 10^3}{d \cdot 100 \cdot W \cdot 620} \quad (4)$$

unde: E = valoarea extincției;

V = volumul pigmentar;

d = grosimea cuvei;

W = greutatea materialului vegetal;

b = $E_{1\%}^{1\text{cm}}$, coeficientul specific de absorbție al unei soluții de concentrație 1% și la grosimea cuvei de 1 cm.

Rezultatele determinărilor pigmentare reprezintă media a trei repetiții.

Capacitatea productivă a macrofitobentosului existent în momentul prelevării a fost calculat, pe baza valorilor concentrației clorofilei a, după relația (9):

$$\text{mg C} = F \cdot \text{mg clorofilă}$$

unde: C = carbon fixat organic;

F = Co. Valoarea lui F depinde de concentrația clorofiliană în populația macrofitobentală; în general, se recomandă

F=60 pentru populații cu conținut clorofilian bogat (având un aport nelimitat de nutrienți), respectiv F =120 pentru populații cu conținut clorofilian scăzut (având un aport limitat de nutrienți (9));

clorofilă = clorofila a (valorile concentrației raportată la substanța proaspătă).

Pentru aceste specii au fost făcute și măsurători

lunare ale variației greutateii uscate respectiv ale hidraturii talului, în aceleași perioade; valorile acestor măsurători reprezintă media a 10 repetiții.

REZULTATE SI DISCUTII

Dozările cantitative ale conținutului clorofilian la Enteromorpha linza, Cystoseira barbata și Ceramium elegans au fost începute în 1972. Rezultatele obținute au avut caracter orientativ. Au fost evidențiate variații sezoniere ale conținutului clorofilian la cele trei specii și o concentrație relativ constantă a clorofilei a în caulcidul speciei C. barbata în cursul lunilor mai-noiembrie.

La E. linza, în 1973, valorile lunare ale conținutului clorofilelor a și b evidențiază concentrații maxime în iunie (1,65 mg g⁻¹ substanță proaspătă respectiv 1,10 mg % substanță uscată), iar raportul maxim între clorofila a și b (2,06) în august (Tabelul 1). Productivitatea primară, calculată pe baza concentrației clorofilei a, a fost cuprinsă între 39,6-99,0 mg C (Tabelul 1).

Tabelul 1

Valorile medii lunare ale concentrației clorofilelor a și b (calculat după MACLACHLAN-ZALIK) și ale productivității primare, rezultate din concentrațiile clorofilei a, la Enteromorpha linza în 1973

Luna	Clorofila a		Clorofila b		Clf. <u>a+b</u>	Clf. <u>a/b</u>	mg C
	mg g ⁻¹ s.p.	mg% s.u.	mg g ⁻¹ s.p.	mg% s.u.			
V	0,99	0,68	0,54	0,37	1,53	1,83	59,4
VI	1,65	1,10	1,04	0,69	2,61	1,58	99,0
VIII	0,66	0,43	0,32	0,21	0,99	2,06	39,6
X	0,66	0,32	0,38	0,19	1,04	1,73	39,6
XI	0,78	0,47	0,42	0,25	1,20	1,85	46,8

În 1975, ambele clorofile înregistrează concentrația maximă în februarie (1,83 mg g⁻¹ s.p. clorofilă a și 1,02 mg g⁻¹ s.p. clorofilă b) (Tabelul 2). Productivitatea primară a fost cuprinsă între 64,2 - 109,8 mg C (Tabelul 2).

Tabelul 2

Valorile medii lunare ale concentrației clorofilelor a și b (calculat după MACLACHLAN-ZALIK) și ale productivității primare, rezultate din concentrațiile clorofilei a, la Enteromorpha linza în 1975

Luna	Clorofila <u>a</u>		Clorofila <u>b</u>		Clf.	Clf.	mg C
	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.			
I	1,40	0,71	0,76	0,39	2,16	1,84	84,0
II	1,83	1,22	1,02	0,68	2,85	1,79	109,8
III	1,69	1,39	0,87	0,71	2,56	1,94	101,4
IV	1,12	0,79	0,48	0,33	1,60	2,33	67,2
V	1,40	1,02	0,72	0,52	2,12	1,94	84,0
VII	1,52	0,95	0,86	0,54	2,38	1,76	91,2
VIII	1,07	0,70	0,47	0,30	1,54	2,27	64,2
IX	1,18	0,83	0,71	0,58	1,89	1,66	70,8
XI	1,71	1,04	1,06	0,64	2,77	1,61	102,6

La C. barbata valorile lunare ale clorofilei a diferă în funcție de părțile componente ale talului. Concentrațiile acestui pigment asimilator sînt mai mici în cauloid comparativ cu ramurile asimilatoare, dar valorile concentrațiilor tuturor părților componente ale talului ilustrează o scădere a clorofilei a - mult mai pronunțată în ramuri - în august în 1973 (0,51 mg g⁻¹ s.p. respectiv 0,20 mg% s.u.) (Tabelul 3) și în aprilie în 1975 (0,34 mg g⁻¹ s.p. respectiv 0,16 mg % s.u.) (Tabelul 4).

Tabelul 3

Valorile lunare ale concentrației clorofilei a (calculat după GOODWIN) și ale productivității primare, rezultate din concentrația clorofilei a, la Cystoseira barbata în 1973

Luna	Cauloid			Ram. asimilat.			Tal întreg \bar{x} mg C
	mg g ⁻¹ s.p.	mg% s.u.	mg C	mg g ⁻¹ s.p.	mg% s.u.	mg C	
V	0,52	0,18	31,2	0,88	0,45	52,8	42,0
VI	0,41	0,14	24,6	0,80	0,40	48,0	36,3
VII	0,42	0,15	25,2	0,58	0,22	34,8	30,0
VIII	0,38	0,14	22,8	0,51	0,20	30,6	26,7
X	0,44	0,15	26,4	0,72	0,36	43,2	34,8
XI	0,36	0,13	21,6	0,84	0,35	50,4	36,0

Conținutul mediu anual al clorofilei a a fost de 0,24 mg% s.u. (1973) și 0,22 mg% s.u. (1975), iar conținutul maxim al acestui pigment de 0,70 mg g⁻¹ s.p. respectiv 0,60 mg g⁻¹ s.p.; comparativ, la țărmul sovietic, talul speciei C. barbata a prezentat un conținut mediu clorofilian de 0,63 mg% s.u. (4), iar aceeași specie din golful Triest a evidențiat un maxim clorofilian de 0,95 mg g⁻¹ s.p. în februarie (5).

Productivitatea primară a fost cuprinsă în 1973 între 26,7 - 42,0 mg C (Tabelul 3), iar în 1975 între 17,6-36,0 mg C (Tabelul 4).

Tabelul 4

Valorile lunare ale concentrației clorofilei a (calculat după GOODWIN) și ale productivității primare, rezultate din concentrația clorofilei a, la Cystoseira barbata în 1975

Luna	Cauloid			Ram. asim. I			Ram. asim. II			Tal
	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.	mg C	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.	mg C	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.	mg C	
I	0,28	0,09	16,8	0,56	0,25	33,6	0,68	0,32	40,8	30,4
III	0,42	0,18	25,2	0,58	0,27	34,8	0,62	0,31	37,2	32,4
IV	0,24	0,09	14,4	0,30	0,12	18,0	0,34	0,16	20,4	17,6
VI	0,38	0,13	22,8	0,54	0,21	32,4	0,58	0,26	34,8	30,0
VII	0,28	0,10	16,8	0,43	0,16	25,8	0,45	0,19	27,0	23,3
VIII	0,39	0,14	23,4	0,59	0,23	35,4	0,51	0,26	30,6	29,8
IX	0,41	0,15	24,6	0,59	0,23	35,4	0,71	0,38	42,6	34,2
X	0,48	0,17	28,8	0,64	0,27	38,4	0,68	0,35	40,8	36,0

Concentrația clorofilei a la C. elegans prezintă în 1975 o valoare maximă în februarie (0,89 mg g⁻¹ s.p. respectiv 0,56 mg% s.u.) și un al doilea vîrf în august (0,55 mg g⁻¹ s.p. respectiv 0,38 mg% s.u.) (Tabelul 5). Productivitatea primară a fost cuprinsă între 10,8 - 53,4 mg C (Tabelul 5).

Tabelul 5

Valorile lunare ale concentrației clorofilei a (calculat după GOODWIN) și ale productivității primare, rezultate din concentrațiile clorofilei a, la Ceramium elegans în 1975

Clorofila <u>a</u>			
Luna	mg g ⁻¹ s.p.	mg % s.u.	mg C
II	0,89	0,56	53,4
III	0,32	0,19	19,2
IV	0,18	0,13	10,8
VI	0,40	0,26	24,0
VII	0,22	0,20	13,2
VIII	0,55	0,38	33,0
IX	0,39	0,24	23,4
X	0,46	0,29	27,6
XI	0,43	0,28	25,8

În scop corelativ a fost urmărită și variația lunară a greutateii uscate respectiv a hidraturii la speciile menționate. Curba variației valorilor procentuale ale greutateii uscate la E. linza este relativ constantă, prezentînd o creștere în sezonul de toamnă (septembrie-noiembrie), după care se apropie de valorile anterioare (Fig.1). La C.barbata curbele valorilor greutateii uscate se prezintă diferențiat după părțile componente ale talului, cu un aspect uniform pentru cauloid și cu valori mai scăzute, cu două maxime (Iulie și noiembrie), pentru ramurile asimilatoare în 1973 (Fig.1) și, cu un maxim (Iulie), pentru ramurile asimilatoare de ordinul II în 1975 (Fig.1). Curbele valorilor greutateii uscate la C.elegans sînt relativ uniforme în cursul ambilor ani (Fig.1).

Procentajul greutateii uscate al acestor specii este scăzut și cuprins între 10 - 30 % în cursul întregii perioade de vegetație.

Din valorile conținutului clorofilian și ale substanței uscate ale speciilor examinate nu rezultă o corelație directă. Graficul de corelație nu este semnificativ. Fără îndoială, interpretarea variațiilor sezoniere ale conținutului clorofilian trebuie făcută în funcție de organizarea morfologică a talului și

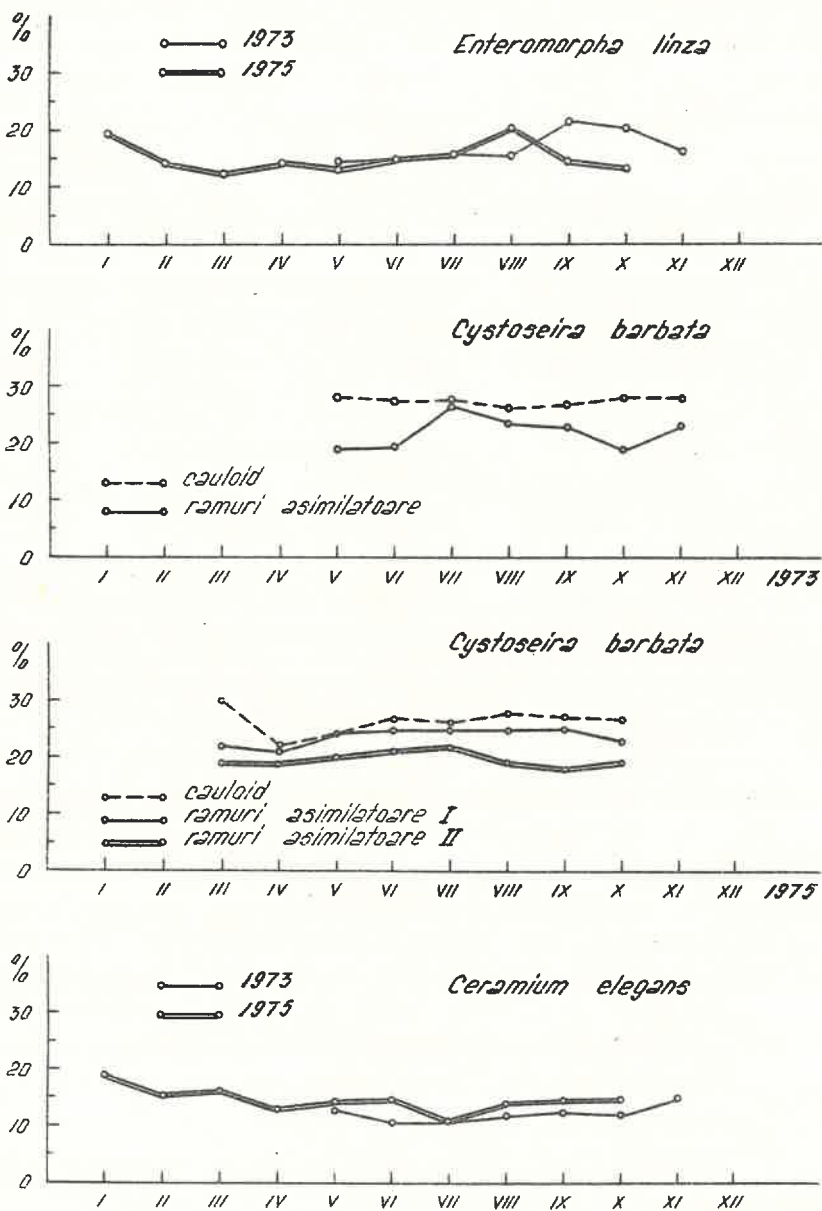


Fig. 1 - Variația lunară a valorilor procentuale ale greutateii uscate la Enteromorpha linza, Cystoseira barbata și Ceramium elegans în 1973 și 1975

de raportarea la greutatea proaspătă sau uscată (5).

Cele două modalități de calcul conduc la rezultate similare; valorile obținute după formula MACIACHIAN — ZALIK sînt intrucîtva mai mari pentru clorofila a. La specii lipsite de clorofila b (ex. Phaeophyta) formula este aplicabilă considerînd valoarea $E_{645}=0$. Formula GOODWIN este utilizabilă pentru oricare pigment asimilator, datorită introducerii coeficientului specific de absorbție ($E_{645}^{1\%}$) propriu.

Sub aspect fitocenologic, se dovedește necesară precizarea corelației dintre pigmentii asimilatori ($g\ m^{-2}$) și biomasa macrofitobentală ($kg\ m^{-2}$) privită ca parametru al cunoașterii potențialului bioprodusiv în ecosistemul marin litoral.

CONCLUZII

1. Limitele de variație ale conținutului clorofilei a la Enteromorpha linza au fost cuprinse între 0,66-1,65 $mg\ g^{-1}$ s.p. în 1973 și între 1,07-1,83 $mg\ g^{-1}$ s.p. în 1975, iar raportul clorofilă a/b a fost în permanență supraunitar, cu valoarea maximă 2,0 respectiv 2,3.

2. Conținutul clorofilei a la Cystoseira barbata a fost relativ constant în cauloid și a prezentat valori inferioare comparativ cu cele din ramurile asimilatoare de ordinul I și II.

3. Limitele de variație ale conținutului clorofilei a la C. barbata au fost cuprinse în cauloid între 0,36-0,52 $mg\ g^{-1}$ s.p. și în ramurile asimilatoare între 0,51-0,88 $mg\ g^{-1}$ s.p. în 1973, iar în cauloid între 0,28-0,48 $mg\ g^{-1}$ s.p. și în ramurile asimilatoare între 0,30-0,71 $mg\ g^{-1}$ s.p. în 1975.

4. Limitele de variație ale conținutului clorofilei a la Ceramium elegans au fost cuprinse între 0,18-0,69 $mg\ g^{-1}$ s.p. în 1975.

5. Conținutul clorofilian mediu a fost mai mare, atît în 1973 cît și în 1975, la Enteromorpha linza (0,94 respectiv 1,48 $mg\ g^{-1}$ s.p.) față de Cystoseira barbata (0,60 respectiv 0,48 $mg\ g^{-1}$ s.p.) și Ceramium elegans (0,42 $mg\ g^{-1}$ s.p.).

6. Valorile conținutului clorofilian și cele ale substanței uscate ale acestor trei specii nu au indicat o corelație directă.

7. Concentrațiile mai mici ale clorofilei a proprii speciei Cystoseira barbata de la litoralul românesc denotă o eutrofizare mai scăzută a apelor noastre costiere, comparativ cu litoralul sovietic al Mării Negre și cu Golful Triest al Mării Adriatice.

MULȚUMIRI

Sincere mulțumiri dr. M. Stirban de la Centrul de cercetări biologice Cluj-Napoca pentru îndrumările metodologice.

DONNEES SUR LA TENEUR EN PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS CHEZ QUELQUES ALGUES MACROPHYTES DU LITTORAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE

Résumé

On n'a pas encore effectué jusqu'à présent des déterminations de la concentration et de la dynamique saisonnière de pigments assimilateurs chez les principales espèces d'algues macrophytes du littoral roumain.

Les données exposées sont les résultats des dosages des pigments chlorophylliens, dosages lesquels se rapportent aux trois espèces suivantes: Enteromorpha linza, Cystoseira barbata et Ceramium elegans. Ces espèces participent à la constitution de l'association phytobenthale de l'infralittoral rocheux - la communauté Cystoseiretum barbatae - ayant un rôle écologique complexe pour les organismes de la souscénose Cystoseira - Mytilus.

Le contenu chlorophyllien a été déterminé par la méthode spectrophotométrique et calculé comparativement à l'aide des formules MACLACHLAN-ZALIK et respectivement GOODWIN; l'une et l'autre de ces deux modalités ont conduit à des résultats similaires.

Chez l'Enteromorpha linza le maximum de concentration de la chlorophylle a et b a été trouvé pour les mois de juin et juillet (1973) et pour le mois de février (1975). Chez le Cystoseira barbata les valeurs de concentration de la chlorophylle a, inférieures au niveau du cauloid, en comparaison avec celles des rameaux assimilateurs, se trouvent accrues dans la plante toute

entière pendant les mois janvier-mars, mai-juin et octobre-novembre (1973, 1975). Chez le Ceramium elegans le maximum du contenu en chlorophylle a fut enregistré au mois de février (1975). De même, en cherchant d'établir une corrélation éventuelle, on a effectué chez les espèces citées, des déterminations mensuelles du poids sec et du poids frais (hydrature) du thalle.

Les données relatives à la variation mensuelle du contenu chlorophyllien et corrélativement les données relatives à la variation des valeurs du poids sec, ont été considérées utilisables comme un indice de la capacité d'assimilation et en conséquence de l'apport bioproduitif des algues citées dans l'écosystème littoral, mais aucune corrélation directe n'a pu être établie entre les valeurs.

BIBLIOGRAPHIE:

1. BOGORAD L., 1962 - Chlorophylls, in R. A. Lewin (sub red.) , Physiology and Biochemistry of Algae, Acad. Press, New York - London: 385-408.
2. BOLOGA A., 1976 - Clorofile. in St. Peterfi și Al. Ionescu (sub red.) Tratat de algologie, Ed. Acad. București, 1: 125-129.
3. HOLDEN M., 1965 - Chlorophylls. in T.W. Goodwin (sub red.) Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments, Acad. Press, New York - London: 462-485.
4. IATENKO G.K., 1967 - Sezonnala dinamika fotosinteticeskih pigmentov nekotoryh cernomorskih vodorosli. in Voprosi biokeanografii, Izd. Nauk. dumka, Kiev: 143 - 147.
5. LAUSI D., 1967 - Quantità di clorofilla negli ecosistemi bentonici del Golfo di Trieste. Nova Thalassia, 3, 3: 1-29.
6. ROUND F.E., 1968 - Biologie der Algen, G. Thieme Verl., Stuttgart: 1-315.
7. SMITH J.H.C., BENITEZ A., 1955 - Chlorophylls: Analysis in Plant Materials. in K. Paech și M.V. Tracey (sub red.) Modern Methods of Plant Analysis, Springer Verl., Berlin-Göttingen-Heidelberg: 142-195.

8. STIRBAN M., FRECUS G., 1968—Studii comparative între structura anatomică și dinamica pigmentilor asimilatori la plantele de orz în condiții de iluminare artificială. Principii și metode. St. și Cerc. Biol., Ser. bot., 20, 1:69-76
9. VOLLENWEIDER R.A., 1969 - A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments. IBP Handbook 12, Blackwell Sci. Publ., Oxford-Edinburgh: 1-213.