

Cercetări Marine	I.R.C.M.	Nr.11	253 - 268	1978
------------------	----------	-------	-----------	------

## MODIFICATIONS CYTOPHYSIOLOGIQUES INDUITES PAR LA PROCAINE CHEZ QUELQUES PLANTES AQUATIQUES MARINES

Dorina Cachiță Cosma<sup>1)</sup>, M. Sfirban,<sup>1)</sup> Margareta Iordan<sup>2)</sup> et V. Bercea<sup>1)</sup>

- 1/ Centre de Recherches Biologiques Cluj-Napoca  
2/ Institut d'Enseignement Supérieur - Constanța

### ABSTRACT:

Concentration of 1 ppm hydrochloride of procaine in the life medium of the aquatic plants Enteromorpha intestinalis, Cladophora sp. and Zostera nana have determined an action of stimulating the activity of citocromoxidase and peroxidase, of the accumulation of Ca and P, and also an increase of the content in chlorophyll a and carotenoidic pigments. The concentration of 100 ppm caused negative changes which increased as the duration of the treatment extended.

Les recherches concernant l'action de la procaine hydrochlorique sur les organismes végétaux rendent compte de son influence biostimulatrice en plusieurs processus métaboliques (5; 8; 9; 16, 21). Généralement, la dose active biostimulatrice est de 0,1 - 1 ppm (2; 4; 8; 9; 12, 13, 14), en enregistrant des phénomènes de nocivité seulement aux doses supérieures à 1000 ppm (3). Les effets dépendent de l'espèce, de l'âge physiologique de la plante ou de l'organe, de la concentration de la solution de procaine et de la durée du traitement (8, 9, 14).

Pour les plantes inférieures, les données concernant l'action de la procaine sont sporadiques (4, 12, 13, 14, 15), et

pour celles du milieu marin elles manquent complètement. La connaissance des réactions de réponse de certaines plantes aquatiques marines à l'action de cette substance, présente intérêt sous aspect tout théorique que sous celui pratique, pour son utilisation comme biostimulateur dans les cultures algales intensives.

En testant l'action de la procaïne sur les plantes aquatiques marines, on a poursuivi le degré de tolérance du matériel biologique soumis à un contact prolongé avec différentes concentrations de la substance, ainsi que les modifications morpho-physiologiques dues à la présence de la procaïne dans le milieu.

#### MATÉRIEL ET MÉTHODE

On a effectué les expérimentations sur les algues vertes macrophytes Enteromorpha intestinalis (L.) GREVILLE et Cladophora sp. et, des plantes supérieures, sur Zostera nana ROTH.

Les espèces Cladophora et Enteromorpha étaient recueillies de deux zones du littoral de la mer Noire, caractérisées par des conditions trophiques et de salinité différentes: une zone propre, non affectée par la pollution en face de la réserve Agigea (zone 1) et une zone située dans le périmètre d'évacuation de certaines eaux résiduelles ménagères (zone 2) - tandis que Zostera était collectée seulement de la zone 1.

Le matériel biologique, prélevé avec une partie du substrat, était passé en laboratoire, en bassins avec de l'eau de mer, collectée, pour chaque variante, de la même zone que les plantes.

On a introduit la procaïne 24 heures après, en réalisant des variantes aux concentrations de 100, 10 et 1 ppm.

On a effectué les expérimentations pendant la saison chaude, en assurant pour l'entière durée de l'expérimentation le barbotage de l'air dans l'eau des bassins. La température dans le laboratoire était de  $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , et l'intensité de la lumière de 5000 lx, assurée par tubes fluorescents à un régime de 12 heures lumière/12 heures obscurité.

Chaque variante expérimentale a eu 4 répétitions, en effectuant les observations et les déterminations 5, 8 et 10 jours après le début des expériences.

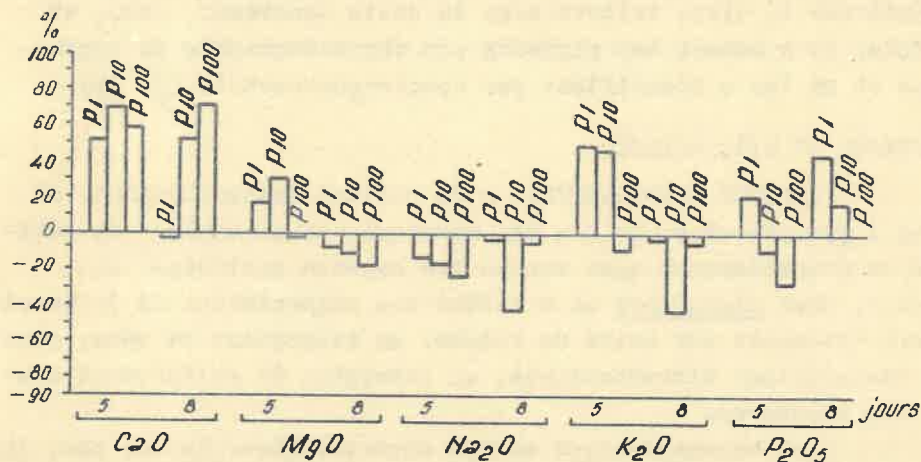
Les échantillons de contrôle étaient maintenus en condi-

tions semblables.

On a analysé les modifications cytophysiologiques, la localisation de certains enzymes respiratoires et les changements survenus dans leur activité comme suite de l'action de la procaïne, la variation du taux des principaux éléments chimiques (Ca, Mg, K, Na et P) et de la teneur en pigments assimilateurs.

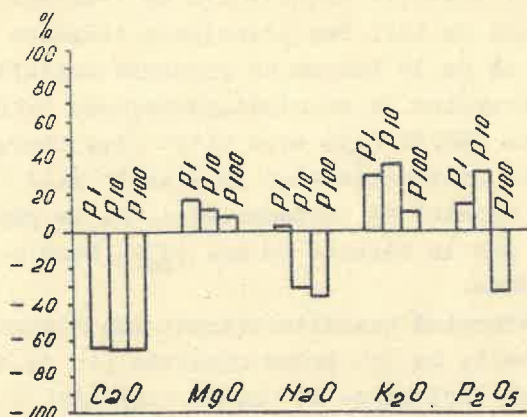
On a déterminé la succindéhydrogénase (SDH), par la méthode AVERS (1) et JENSEN (10) avec Nitro Blue Tétrazolium; la cytochromoxydase fut déterminée avec le réactif NADI (d'après LISON (11)), avec alpha naphтол et variamyn blau, et la peroxydase fut mise en évidence par la méthode de RAA (12), avec p-phénylènediamine et eau oxygénée.

On a déterminé quantitativement les éléments chimiques mentionnés plus haut, de la cendre résultée par la calcination (à 500°C) du matériel biologique de chaque variante. On a traité le cendre avec HCl, en déterminant ensuite, dans le filtrat, le Ca et le Mg par complexonométrie, le Na et le K au pflanphotomètre et le P avec le bleu de Mo. Les résultats sont exprimés sous forme d'oxyde, respectivement CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par 100 g. du tissu sec. Les valeurs (Figs.1-2) représentent la moyenne des dé-



**Fig.1** - Variations pourcentuelles des principaux éléments chimiques chez l'algue verte Enteromorpha intestinalis élevée en eau de mer + procaïne 1 ppm, 10 ppm et 100 ppm, par rapport aux valeurs similaires enregistrées chez le témoin.

terminations et constituent des valeurs pourcentuelles rapportées à la variante témoin.



**Fig.2** - Variations pourcentuelles des principaux éléments chimiques chez *Zostera nana* élevée en eau de mer + procaine 1 ppm, 10 ppm.

Le taux de pigments assimilateurs a été déterminé en homogénéisant le tissu trituré avec du sable quartzéux,  $\text{CaCO}_3$  et acétone. On a séparé les pigments par chromatographie en couche mince et on les a identifiées par spectrophotométrie (7, 18).

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

**ASPECTS CYTOLOGIQUES.** A de petites concentrations, de 10 et 1 ppm procaine, on n'a pas remarqué des phénomènes de nocivité ou d'intolérance chez aucune des espèces analysées. En échange, chez *Cladophora* on a estimé une augmentation de la densité des filaments par unité de volume, en remarquant de même, dans les échantillons microscopiques, un phénomène de relâchement massif des zoospores.

Les concentrations maxima expérimentées, de 100 ppm, indiquaient de faibles modifications cytologiques seulement pour les variantes à *Enteromorpha intestinalis* de la zone 1. Chez celles-ci on a observé, après environ 8 jours de traitement, une diminution de la turgescence des thalles, phénomène qui s'est accentué à la longue, tandis qu'au microscope on remarquait une contraction des

cellules, spécialement des chromatophores (Planche I, a-b), sans pour autant entraîner la mort des cellules, qui se plasmolysent en présence de la saccharose 1 M.

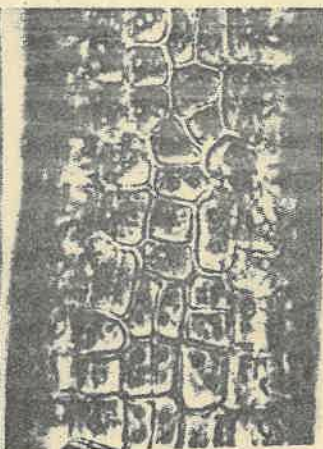
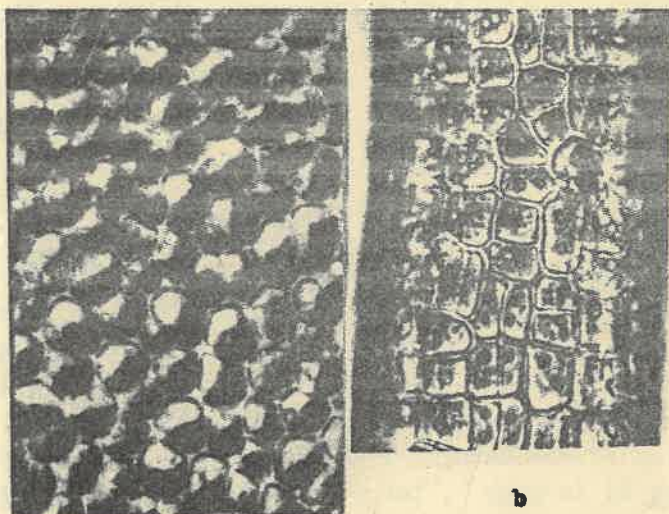
Aux thalles jeunes, dans les variantes à 100 ppm procaïne, on constate également l'apparition de certains corpuscules sphériques, incolores et très réfringents (Planche I, c). De tels corpuscules ont été décrits jusqu'à présent seulement dans l'épiderme des pétales de dicotylédons; ils se forment dans le suc vacuolaire, comme suite de l'application de certains traitements avec solution de procaïne de 1000 ppm pendant 24-48 heures. Ces formations étaient considérées un phénomène d'altération de l'équilibre physico-chimique et colloïdal du suc vacuolaire, en entraînant les phospholipides et les antocyanes (3).

Les autres variantes expérimentales, c'est à-dire les Enteromorpha de la zone 2, les Cladophora et les Zostera, n'étaient pas affectées macro- ou microscopiquement par la présence de la procaïne à aucune des concentrations testées.

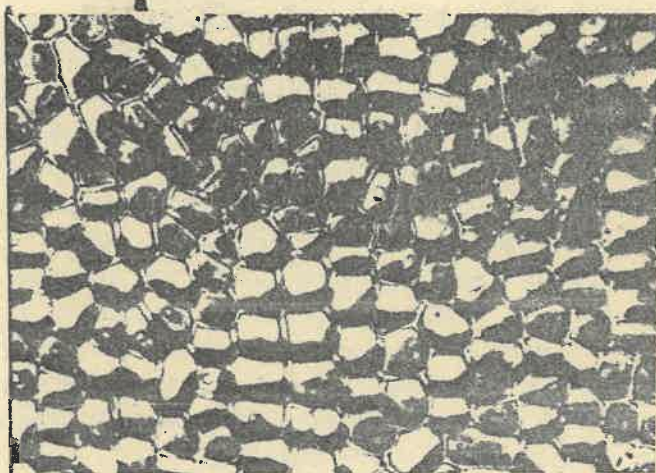
Les réactions histochimiques indiquaient, concernant l'activité enzymatique, des réponses différenciées des espèces, tant pour les plantes-témoins que pour celles traitées. Les cellules du thalle d'Enteromorpha donnaient une réaction faible, incertaine au SDH, mais les réactions pour cytochromoxydase et peroxydase sont intensément positives (Planche II, a-b).

Aux thalles de Cladophora aucune des enzymes respiratoires mentionnés n'a donné des réactions spécifiques; seule la peroxydase nous apparaît faiblement positive dans le cytoplasme, en étant colorée par le réactif en nuances brunes violacées, sans qu'on puisse identifier (par microscopie optique) l'apparition des cristaux spécifiques à cette réaction.

Chez Zostera on a mis en évidence tous les trois enzymes, en remarquant leur localisation différenciée dans les tissus des feuilles: le SDH apparaît spécialement dans les cellules de l'épiderme et dans celles de la zone de l'aérenchyme (Planche III a-b), tandis que dans les cellules du mésophile assimilateur il est difficile d'identifier l'enzyme à cause du grand nombre de chloroplastes. A la base des feuilles, où la coloration est plus pâle et les cellules allongées ayant bien peu de chloroplastes, la réaction est uniformément positive (Planche IV a-b).



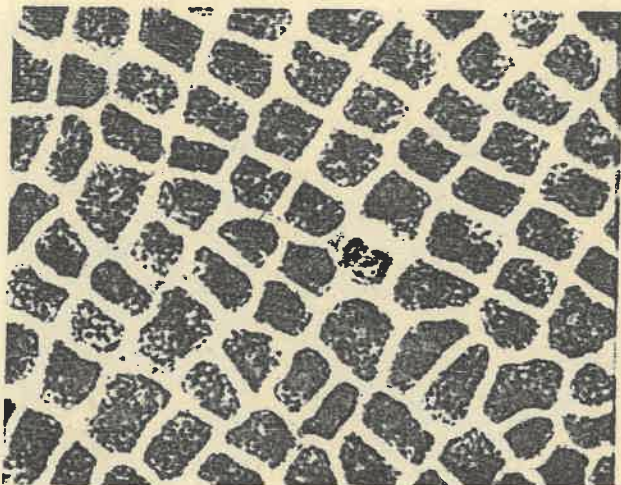
b



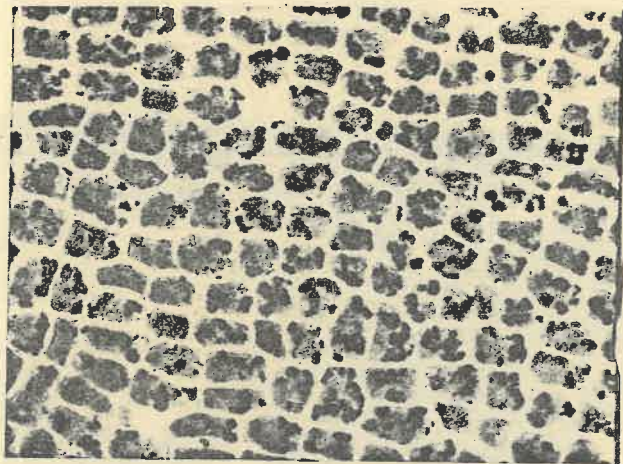
c

**Planche I - Modifications cytologiques**

- a - Aspect des cellules du thalle d'Enteromorpha intestinalis du témoin (ob.20, oc.2 F).
- b - Traitement avec procaine 100 ppm pendant 10 jours chez Enteromorpha i. - thalle adulte; (contenu cellulaire contracté et rares corpuscules en vacuoles) (ob.20, oc.2 F).
- c - Traitement avec procaine 100 ppm pendant 10 jours chez Enteromorpha i. - thalle jeune; (nombreux corpuscules fortement réfringents dans le suc vacuolaire, indiquant un déséquilibre physico-chimique et colloïdal de celui-ci) (ob.20, oc.2 F).



a



b

**Planche II - Réactions histochimiques**

- a - Activité de la cytochrome oxydase dans les cellules du thalle d'Enteromorpha intestinalis (ob.20, oc.2F).
- b - Activité de la peroxydase dans les cellules du thalle d'Enteromorpha intestinalis (ob.20, oc.2F).

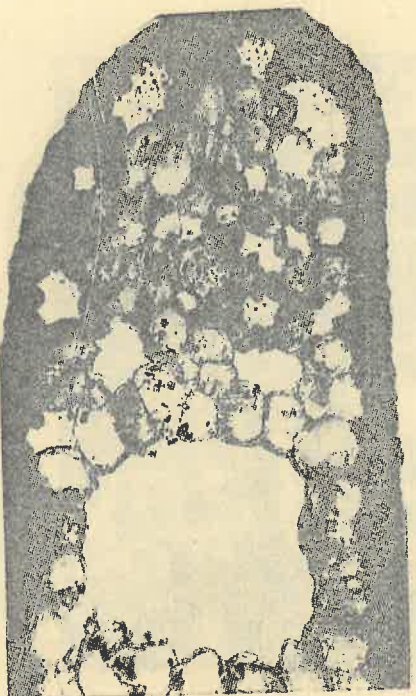
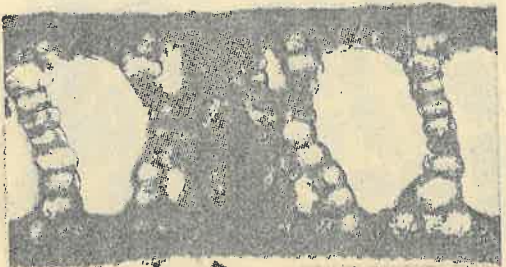
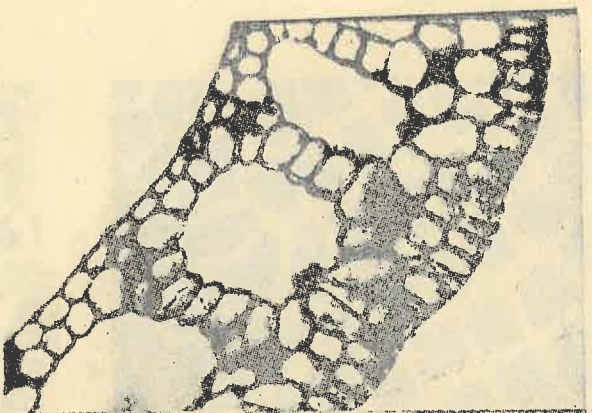
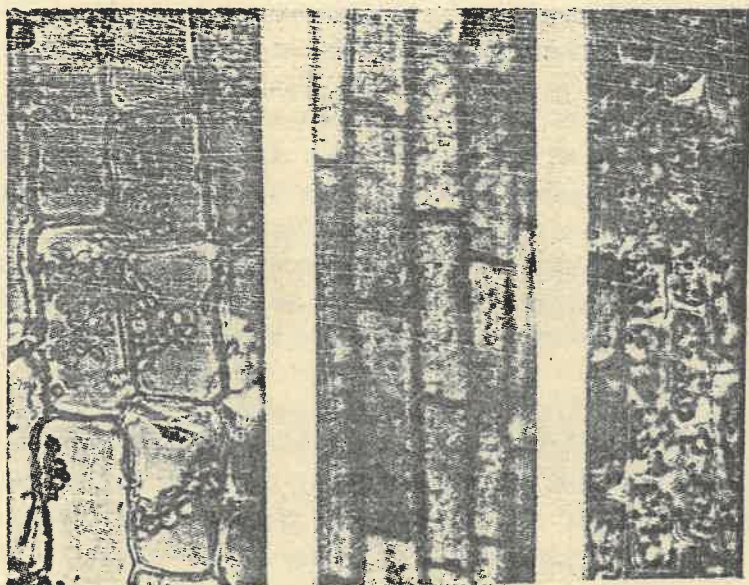


Planche III - Réactions histochimiques

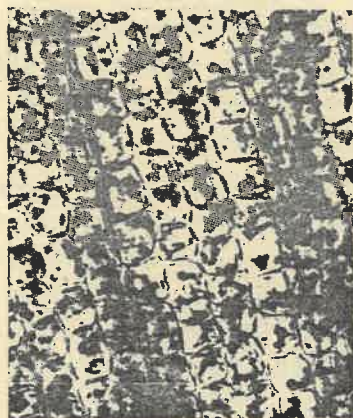
- a - Section transversale de la feuille de Zostera nana (témoin non traité, ob. lo, oc. 1 F).
- b - Activité du SDH dans les tissus des feuilles de Zostera nana (ob. lo, oc. 1 F).
- c - Activité de la peroxydase dans la section transversale de la feuille de Zostera nana (réaction dans les cellules de l'épiderme).



a

b

c



d

e

**Planche IV - Réactions histochimiques**

- a - Section longitudinale - tangentielle de la feuille de Zostera nana témoin non traité, (ob.40, oc.1 F).
- b - Réaction du SDH à la base des feuilles (ob.20, oc.2 F).
- c - Cytochromoxydase dans les cellules à chloroplastes (ob.20, 2 F).
- d - Peroxydase dans les cellules de l'aérenchyme (ob.10, oc.1 F).
- e - Détail pour la réaction de la peroxydase dans les cellules de l'aérenchyme (ob.40, oc.2 F).

La cytochromoxydase est présente dans les feuilles de Zostera dans toutes les cellules, mais la réaction est plus intense dans les cellules de l'aérenchyme. Etant un enzyme intramitochondrial, et la réaction de couleur plus contrastée que celle du SDH, les mitochondries sont mieux mises en relief, ce qui aide à déceler plus facilement la présence de la cytochromoxydase dans les cellules riches en chloroplastes (Planche IV, c).

La peroxydase est extrêmement active dans les feuilles de Zostera. La réaction est forte tant au niveau de l'épiderme (Planche III, c) que dans les tissus du mésophile foliaire (Planche IV, d-e).

De toutes les observations concernant l'influence de la procaïne sur l'activité des enzymes testés, on peut affirmer qu'en petites concentrations, de 10 et 1 ppm, celle-là déterminait de faibles modifications dans l'intensité de la réaction surtout après 10 jours de traitement. En échange, à une concentration de 100 ppm on a remarqué une augmentation de l'activité enzymatique, surtout de la cytochromoxydase et de la peroxydase, tant chez Enteromorpha que chez Zostera. On pourrait corrélérer aussi à l'augmentation de l'activité de la peroxydase des membranes cellulaires, les modifications de perméabilité enregistrées au cours d'autres expérimentations (2) en présence de la procaïne.

LA TENEUR EN ÉLÉMENTS CHIMIQUES. De l'analyse des résultats obtenus (Figs.1-2), on observe que la procaïne a considérablement modifié l'accumulation quantitative des éléments chimiques analysés. Les modifications étaient en rapport avec la concentration de la procaïne dans le milieu où vivent les algues - les plus évidentes ayant lieu à 100 ppm - et avec la durée d'action de la substance. Ainsi chez Enteromorpha, 8 jours après le début de l'expérimentation, on constatait une augmentation massive des quantités de Ca et P et une diminution significative des quantités de Mg, Na et K (Fig.1). Les valeurs enregistrées pour l'accumulation de l'ion Ca sont extrêmement significatives, arrivant à environ 70% par rapport au témoin.

Par contre, chez Zostera on constate une diminution considérable de l'accumulation du Ca dans les tissus, une augmentation des quantités de Mg, K et P et une inhibition quant à l'accumulation du Na (Fig.2).

Il est encore difficile à expliquer les mécanismes physiologiques qui dirigent l'action de la procaïne au niveau des cellules (6). L'intervention de cette substance dans les processus de fixation des ions de Ca est mentionnée dans les expérimentations sur modèles de membranes d'origine animale (19, 20), tout comme dans la littérature spécialisée médicale. Pour les organismes végétaux, une série d'expériences sur plantes supérieures indiquaient des modifications des quantités de Ca et P absorbées par les tissus, liées à la concentration de la procaïne dans le milieu d'absorption ainsi qu'à la durée du traitement (2, 8).

LA QUANTITÉ DE PIGMENTS ASSIMILATEURS. Pour ces déterminations, sauf les espèces mentionnées plus haut, on a étudié l'espèce Enteromorpha linza (L.) J.A.G., en présentant les résultats distinctement (Tableau 1).

Chez Enteromorpha on remarque la modification quantitative des pigments assimilateurs, induite par la procaïne, dépendant non seulement de l'espèce, de la durée du traitement et de la concentration de la substance, mais particulièrement de l'origine du matériel végétal, respectivement des conditions écologiques.

Les Enteromorpha intestinalis de la zone 2 avaient une teneur beaucoup plus riche en pigments assimilateurs, tant pour la quantité totale de chlorophylle a+b que pour le total des pigments carothénoïdes.

Le procaïne a positivement influencé la biosynthèse des pigments chlorophylliens, surtout de la chlorophylle a et de ceux carothénoïdes aux concentrations de 10 et 1 ppm. La concentration de 100 ppm a déterminé une diminution de la quantité de pigments assimilateurs dans les cellules. Les Enteromorpha intestinalis de la zone 2 résistaient mieux à l'action des concentrations élevées de procaïne, par rapport à ceux de la zone 1. En ce qui concerne E.linza, les résultats indiquaient des modifications du taux de pigments assimilateurs comparables à celles enregistrées par E.intestinalis de la zone 1.

Chez les Cladophora on constate une légère augmentation de la quantité de chlorophylle a et b, ainsi que des pigments carothénoïdes, aux concentrations de 10 et 1 ppm.

Les Zostera n'enregistraient pas de modifications sig-

Tableau 1

Quantité des pigments assimilateurs des plantes aquatiques  
étudiées en conditions d'illumination artificielle et solutions de procaine  
de différentes concentrations

Variante d'expérimentation	Concen- tration	Teneur en pigments						Total des pigments	
		Pigments verts		Carothénoïdes				Total caro- théno- ïdes	Total pig- ments
		a	b	Caro- tène	Luté- ïne	Violo- xan- tine	Neo- xan- tine		
264 <u>Enteromorpha intestinalis</u> Zone 1 5-ème jour	K	0,165	0,160	0,005	0,019	0,009	0,006	0,039	0,364
	P <sub>1</sub>	0,220	0,140	0,014	0,055	0,021	0,025	0,115	0,475
	P <sub>10</sub>	0,256	0,141	0,025	0,063	0,015	0,026	0,129	0,526
	P <sub>100</sub>	0,126	0,091	0,004	0,017	0,010	0,010	0,041	0,258
<u>Enteromorpha intestinalis</u> Zone 1 8-ème jour	K	0,129	0,123	0,018	0,040	0,018	0,012	0,088	0,340
	P <sub>1</sub>	0,167	0,101	0,012	0,034	0,022	0,021	0,089	0,357
	P <sub>10</sub>	0,236	0,150	0,030	0,040	0,019	0,011	0,100	0,486
	P <sub>100</sub>	0,167	0,126	0,021	0,046	0,016	0,015	0,098	0,391
<u>Enteromorpha intestinalis</u> Zone 2 5-ème jour	K	0,342	0,262	0,027	0,063	0,031	0,040	0,161	0,765
	P <sub>1</sub>	2,893	1,693	0,064	0,146	0,090	0,125	0,425	4,013
	P <sub>10</sub>	1,500	0,831	0,083	0,126	0,086	0,125	0,420	2,751
	P <sub>100</sub>	0,370	0,560	0,081	0,068	0,042	0,080	0,271	1,201

Tableau 1 (suite)

Variante d'expérimentation	Concen- tration	Teneur en pigments				Total des pigments			
		Pigments verts		Carothénoïdes		Total caro- théno- ïdes	Total pig- ments		
		<u>a</u>	<u>b</u>	Caro- tène	Luté- line			Violo- xan- tine	Neo- xan- tine
<u>Enteromorpha linza</u> <u>Agilga</u> 10-ème jour	K	1,037	0,458	0,074	0,168	0,042	0,071	0,355	1,850
	P <sub>1</sub>	1,048	0,730	0,064	0,206	0,044	0,068	0,382	2,160
	P <sub>10</sub>	1,680	0,460	0,077	0,767	0,160	0,140	0,144	3,284
	P <sub>100</sub>	0,268	0,163	0,031	0,089	0,028	0,052	0,200	0,483
<u>Cladophora sp.</u> 10-ème jour	K	0,747	0,352	0,034	0,056	0,067	0,042	0,199	1,293
	P <sub>1</sub>	0,883	0,376	0,020	0,082	0,147	0,083	0,332	1,593
	P <sub>10</sub>	0,617	0,480	0,121	0,103	0,087	0,066	0,377	1,474
	P <sub>100</sub>	0,764	0,341	0,129	0,064	0,056	0,044	0,293	1,398
<u>Zostera nana</u> 10-ème jour	K	1,154	0,409	0,086	0,156	0,068	0,063	0,373	1,976
	P <sub>1</sub>	1,166	0,487	0,088	0,192	0,064	0,064	0,408	2,061
	P <sub>10</sub>	1,064	0,435	0,105	0,184	0,100	0,060	0,449	1,948
	P <sub>100</sub>	1,153	0,433	0,078	0,163	0,064	0,052	0,357	1,943

nificatives dans la teneur totale ou différenciée des pigments pour aucune des concentrations expérimentées de procaine.

#### CONCLUSIONS

Comme suite des recherches entreprises, on peut affirmer que la procaine en concentrations de 10 et 1 ppm exerce une action stimulatrice sur l'activité de la cytochromoxydase, de la peroxydase, de l'accumulation du Ca et du P, ainsi qu'une augmentation du taux de chlorophylle a et pigments carothénoïdes chez Enteromorpha et, en mesure plus réduite, chez Cladophora et Zostera. Les concentrations de 100 ppm provoquaient des modifications négatives qui se sont aggravées à la longue.

Dans les conditions d'une culture intensive d'algues, en ajoutant de la procaine en concentrations de 10 ppm on influence favorablement les processus métaboliques des espèces Enteromorpha et Cladophora.

Il faut souligner aussi que les exemplaires d'Enteromorpha intestinalis prélevés du périmètre où l'on déverse des eaux résiduaires ménagères, résistent mieux au traitement avec procaine, ayant un degré plus élevé de vitalité, d'adhérence au substrat, une quantité augmentée de pigments assimilateurs, ce qui explique leur abondance dans la zone et les désigne comme indicatrices de pollution.

#### BIBLIOGRAPHIE:

1. AVERS C.J., KING E.E. - 1960 - Histochemical evidence of intercellular enzymatic heterogeneity of plant mitochondria, Mer.J.Bot., 47: 220-225.
2. CACHITA-COSMA D., IONICA A., RADULESCU T. and POPOVICI GH. - 1975 - The influence of procaine upon the <sup>32</sup>P and <sup>45</sup>C absorption into the red pepper seeds, Rev.Roum. Biol.-Biol.Vég., 20, 3: 193-198.
3. CACHITA-COSMA D. - 1976 - Physico-chemical equilibrium modification of the vacuolar sap under procaine influence, Rev.Roum.Biol.-Biol.Vég., 21, 2: 93-97.
4. CACHITA-COSMA D., MARTON AL. - 1976 - Date privind corelația dintre efectul procainei și durata de cultivare a algei

verzi Stichococcus bacillaris, St.Cerc.Biol. Seria Biol. Veget. 28, 2: 147-151.

5. CACHITA-COSMA D., ZIDVEANU G., STEFANESCU F., ANDREICA A. - 1977 - Testarea efectului procainei pe epicotile de Vicia, Studia Univ.Babes-Bolyai, 1: 43-46.
6. DEKKER J. - 1961 - Mode of action of procaine hydrochloride and some derivatives on powdery mildew, Overdruk uit de mededelingen van de landbouwhogeschool en de opzoekingsstations Van de staat te gent. Deal: 26, 3: 1378-1384.
7. HAGER A., BERTENRATH T.M. - 1966 - Die Isolierung und quantitative Bestimmung der Carotenoide und Chlorophylle von Blättern, Algen und isolierten Chloroplasten mit Hiefe dünenschichtchromatographischer Methoden, Planta, 69: 198-216.
8. IONICA A., CACHITA-COSMA D., POPOVICI Gh., RADULESCU T. - 1971- Procaina un medicament care stimulează creșterea și dezvoltarea plantelor, Farmacia, 19, 8: 501-506.
9. IONICA A., ALEXANDRU M., CACHITA-COSMA D., BERCUS V. - 1976 - Acțiunea stimuloare a procainei asupra plantei Datura stramonium var. inermis, St.Cerc.Biol., Seria Biol.Veget., 28, 2: 141-145.
10. JENSEN W.A. - 1962 - Botanical Histochemistry, FREEMAN W.A. San Francisco and London.
11. LISON L. - 1960 - Histochimie et Cytochimie Animales. Principes et Méthodes, Gauthier-Villars, Paris.
12. MARTON Al., CACHITA-COSMA D., POPOVICI Gh. - 1974 - Acțiunea procainei asupra creșterii și dezvoltării algei verzi Stichococcus bacillaris, St.Cerc.Biol., Seria Biol.Veg. 26, 1: 47-51.
13. MARTON Al., CACHITA D. - 1974 - Acțiunea procainei asupra algei verzi Stichococcus bacillaria în diferite condiții de cultivare, St.Cerc.Biol. 26, 3: 179-182.
14. PETERFI St., MARTON Al., CACHITA-COSMA D. - 1976 - Data concerning the action of light and procaine upon the green alga Stichococcus bacillaria Naeg., Rev.Roum.Biol.-

Biol.Vég., 21, 1: 25-30.

15. POP S., ARUJDEI V., KORY M. - 1968 - Urmărirea acțiunii bi-ostimulatoare a novocainei, gerovitalului H<sub>3</sub>, engerovitalului și a vitaminei B<sub>1</sub> pe alga verde Scenedesmus acutus (Meyen) Chod, Clujul Medical, 41: 191-195.
16. POPOVICI GH., CACHITA-COSMA D. - 1973 - The effect of procaine on the respiration of germinating barley seeds, Zeitschrift für Pflanzenphysiologie, 68, 5: 468-470.
17. RAA J. - 1973 - Cytochemical localization of peroxidase in plant cell. Physiol. Plantarum, 28, 132-133.
18. STIRBAN M., FRECUS Gh. - 1968 - Studii comparative între structura anatomică și dinamica pigmentilor asimilatori la plantulele de orz în condiții de iluminare artificială. Principii și metode. Stud.Cercet.Biol., Seria Bot., 20, 1: 69-75.
19. TEITEL A., VLADESCU C., CHICULESCU O. - 1972 - Les effets de la procaine sur la dynamique des ions de calcium au niveau d'un modèle de membrane biologique, Rev. Française de Gérontologie, 1: 39-41.
20. TEITEL A., CHICULESCU O. - 1973 - Notă despre cauzalitate și teleonomie, (Interpretarea unor rezultate experimentale). Rev.Filoz., 20, 10: 1151-1154.
21. ZIVDEANU G., POPOVICI GH., CACHITA-COSMA D. - 1973 - Cercetări privitoare la acțiunea procainei asupra creșterii plantulelor de orz (Hordeum vulgare L.), Contribuții bot.Cluj: 277-281.