

Acta Bot. Croat. 44, 33—40, 1985.

CODEN: ABCRA2
YU ISSN 0365—0588

UDC 582.252:581.522(497.1) = 862

NEKA ZAPAŽANJA O VERTIKALNIM
MIGRACIJAMA DINOFLAGELATA
PROROCENTRUM MICANS EHRENBERG U
LIMSKOM KANALU (SJEVERNI JADRAN)

With Summary in English

BRANKA FILIPIĆ

(Centar za istraživanje mora Rovinj, Institut »Ruder Bošković«)

Primljeno 19. 03. 1984.

Tokom 48-satnog razdoblja praćena je vertikalna distribucija dinoflagelata *Prorocentrum micans* Ehrenberg u odnosu na dnevne promjene intenziteta svjetla, te vertikalnu raspodjelu važnijih hranjivih soli (nitrata i fosfata). Uzorci vode za biološke i fizikalno-kemijske analize uzimani su na postaji u Limskom kanalu u 4-satnim vremenskim intervalima, na dubinama od 0 do 13 metara.

Rezultati indiciraju da *P. micans* migrira za najjače insolacije na dubinu od 5 metara (gdje se u periodu od 8 do 12 sati primjećuje izrazito povećanje gustoće stanica u odnosu na ostale istraživane dubine). Smanjivanjem intenziteta svjetla, primjećuju se migracije te vrste u dublje slojeve (10—13 m). Pretpostavlja se da su ta gibanja bila povezana sa nešto višim koncentracijama fosfata, hranjive soli, za koju se smatra da limitira primarnu proizvodnju u vodama sjevernog Jadrana. Nitrati su u toku istraživane periode bili nađeni u količinama višim od onih koje bi se mogle smatrati graničnima za primarnu proizvodnju, a za razliku od fosfata, najviše koncentracije nitrata bile su općenito nađene u površinskim slojevima.

Uvod

U okviru dosadašnjih fitoplanktonskih istraživanja, vertikalne migracije dinoflagelata čine jedno od relativno slabije istraženih područja, posebno zbog teško izvedivih kvantitativnih opažanja u prirodnim uvjetima. Prve značajnije podatke o oblicima vertikalnih migracija nekih dinofla-

gelata (*Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Prorocentrum micans*, *Goniaulax polyedra*, *Peridinium triquetrum*), objavila je Hasle (1950, 1954). Ostala zapažanja s terena, ili u laboratorijskim uvjetima, koja se odnose na neke od istih, ili novoopisane selilačke vrste potječu od Pomeroy i sur. (1956), Holmes i sur. (1967), Eppley i sur. (1968), Blasco (1978), Wandschneider (1979), Eaton i Simpson (1979), Staker i Bruno (1980).

Mogući uzroci vertikalnih migracija dinoflagelata tek su djelomično poznati. Zbog kompleksnog utjecaja kombinacije faktora sredine, teško je razlučiti kvantitetu utjecaja pojedinih činilaca, posebno u uvjetima terenskih studija. Pretpostavka o fototaktičkoj prirodi regulacije vertikalnih migracija fitoplanktona potvrđena je komparativnim istraživanjima ponašanja nekih vrsta fitoplanktona u ovisnosti o raznim intenzitetima svjetla (Hasle 1950, 1954). O hranidbenom statusu nekih selilačkih vrsta diskutirali su Eppley i sur. (1968) te Blasco (1978), a o utjecaju nekih hidrografskih faktora sredine (gustoća, salinitet, temperatura) Blasco (1978) i Wandschneider (1979).

U ovom radu prikazana su opažanja o vertikalnim migracijama dinoflagelata *Prorocentrum micans* Ehrenberg, na osnovi rezultata dobivenih na postaji u Limskom kanalu, sjeverni Jadran. Vertikalna raspodjela gustoće stanica ovog fitoplanktonskog organizma razmatrana je ovisno o raspodjeli važnijih hranjivih soli (nitrata i fosfata), kao i dnevnog intenziteta svjetla.

Materijali i metode

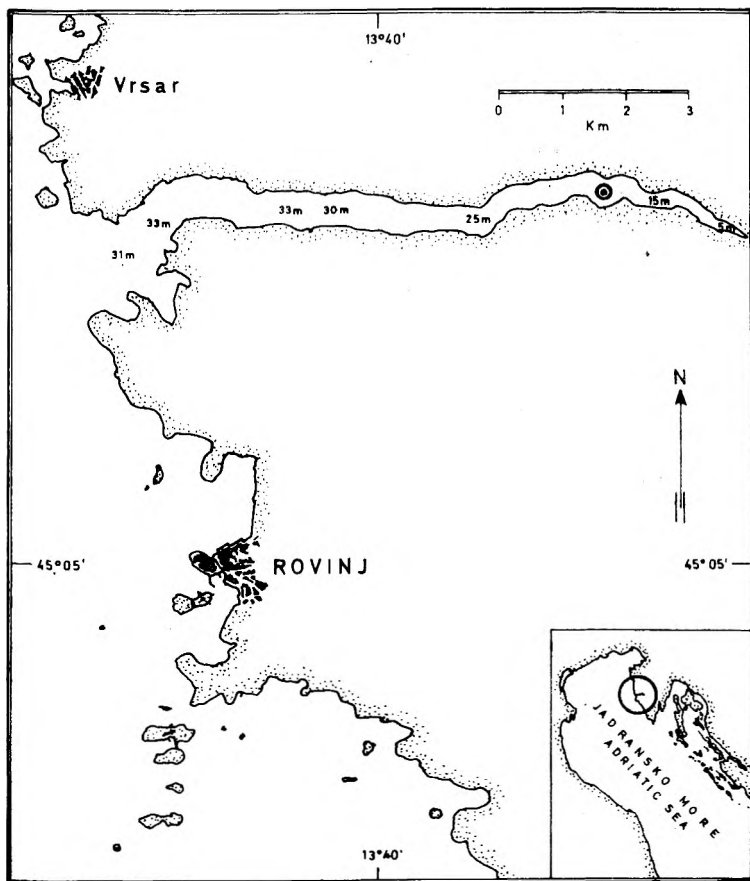
Uzorci za analizu osnovnih oceanografskih i bioloških parametara skupljani su istraživačkim brodom »Vila Velebita« u razdoblju od 3. do 5. rujna 1980. godine, na jednoj stalnoj postaji u Limskom kanalu. Prosječna dubina postaje iznosila je oko 15 metara, a smještena je u završnom dijelu kanala (sl. 1). Za analizu fitoplanktona uzorkovalo se u 4-satnim vremenskim intervalima na dubinama od 0, 2, 5, 7, 10 i 13 m, te istovremeno na dubinama od 0, 5, 10 i 15 m za analizu ostalih oceanografskih parametara. Za istraživanog razdoblja na postaji je prevladavalo sunčano vrijeme.

Za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona uzorak morske vode bio je fiksiran modificiranom Lugolovom otopinom (uz dodatak natrijeva acetata umjesto octene kiseline). Nakon 48-satnog sedimentiranja 50 ml uzorka, brojeno je cijelo dno sedimentacijske komorice obrnutim mikroskopom po metodi Utermöhl (Utermöhl 1958).

Fosfat je određivan metodom Murphy i Riley (1962), a nitrat metodom Wood i sur. (1967), opisanim u Strickland i Parsons (1972). Podvodni intenzitet svjetla mjereno je svjetlomjerom vlastite izrade (Precali 1981).

Rezultati i diskusija

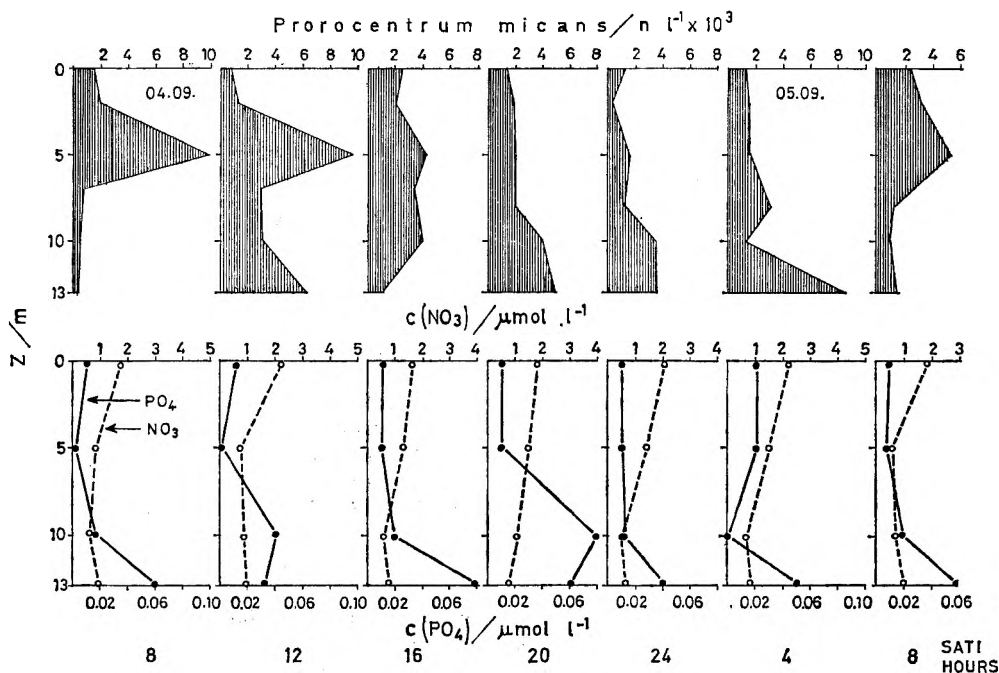
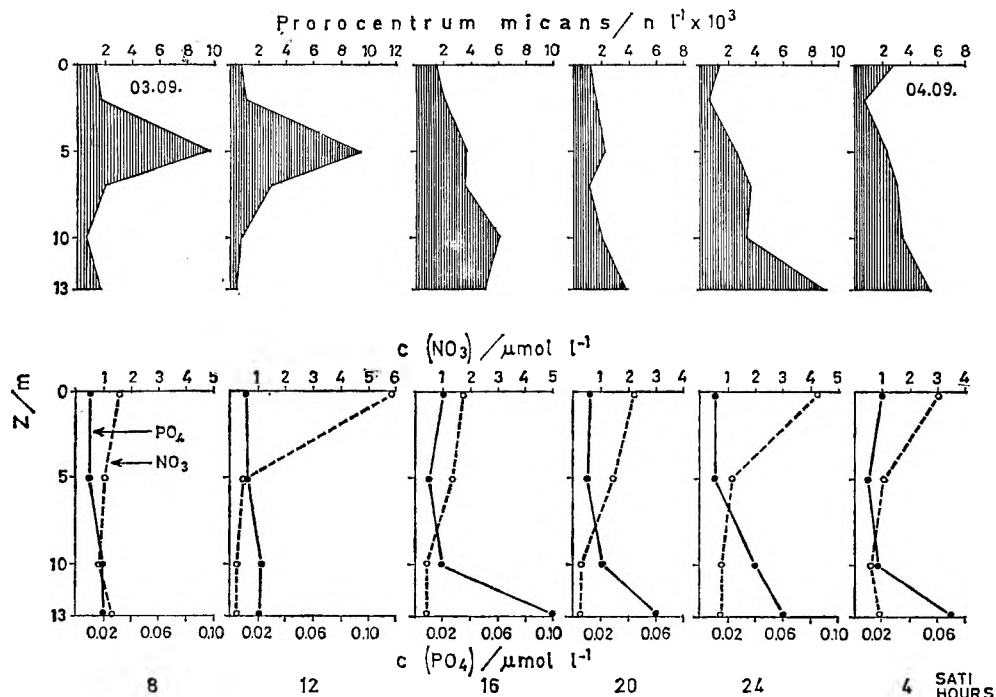
Rezultati 48-satnog istraživanja vertikalne raspodjele gustoće vrste *Prorocentrum micans* u Limskom kanalu ukazuju na periodičke promjene tokom dnevno-noćnog perioda, sugerirajući postojanje vertikalnih migracija. Tokom dana (sl. 2 i 3), primjećuje se sklonost akumulacije



Sl. 1. Lokacija postaje u Lirskom kanalu, Sjeverni Jadran.
 Fig. 1. Station position in the Lim Fjord, Northern Adriatic.

stanica te vrste u gornjem dijelu vodenog stupca (u razdoblju od 8 do 12 sati na dubini od 5 metara), dok se tokom noći vrsta koncentrirala u pridnenim slojevima, tj. na dubini od oko 10 do 13 metara. Koncentracija stanica vrste *P. micans* u gornjim dijelovima vodenog stupca danju, tj. za vrijeme jače insolacije (sl. 4), upozorava na već poznatu ulogu fototaktičkih gibanja u mehanizmu regulacije vertikalnih migracija dinoflagelata (Hasle 1954; Halldal 1958; Forward 1974; Blasco 1978).

Sklonost vrste *P. micans* da se koncentrira na nekoj specifičnoj dubini ispod površinskog sloja tokom dana uočena je i kod Blasco (1978), Wandschneider (1979), Staker i Bruno (1980). U istraživanjima koje je provela Hasle (1954) primijećena je akumulacija stanica te vrste u površinskom sloju tokom dnevnog svjetla. Pri tome je, među-



tim, u uvjetima izraženog »cvata« fitoplanktona površinskog sloja prodiranje svjetla bilo tako smanjeno da je uzrokovalo postojanje vrlo siromašne fitoplanktonske populacije već na dubini od 10 metara, odnosno gotovo odsutnost fitoplanktona na dubini od 15 metara.

Može se pretpostaviti da je akumulacija stanica vrste *P. micans* za najjačih intenziteta svjetla ($208\text{--}218 \text{ Wm}^{-2}$ na površini postaje u Limskom kanalu u podne), na dubini nešto većoj nego je to dosad opisano, posljedica kombiniranog utjecaja intenziteta svjetla i specifičnih karakteristika vodenog stupca u uvjetima eksperimenta, te specifičnog senzibiliteta za svjetlo te vrste. Ti rezultati, u usporedbi s ostalima koji obrađuju vertikalnu distribuciju vrste *P. micans* (Hasle 1950, 1954; Blasco 1978; Wandschneider 1979; Staker i Bruno 1980), podržavaju mišljenje Blasco (1978), koja smatra da selilačke vrste ne mogu biti općenito definirane kao pozitivno ili negativno fototaktičke (za razliku od Altalo Tyler i Seliger 1978, 1981, koji tu vrstu karakteriziraju kao »pozitivno fototaktičku«), već je smjer migracije za određenu vrstu u relaciji s intenzitetom svjetla na morskoj površini.

Povećanje gustoće stanica vrste *P. micans* u pridnenim slojevima tokom noći (npr. u 24,00 sata prvog dana uzorkovanja primijećeno je šesterostruko povećanje broja stanica s obzirom na površinski sloj), ukazuje na moguću ovisnost migracija ove vrste o zalihama hranjivih soli.

U pokušaju da se objasne migracije dinoflagelata u dublje slojeve tokom noći, pretpostavljena je i mogućnost njihove opskrbe nitratima, osobito kad je za »red tide cvatova« ta hranjiva sol iscrpljena u gornjim slojevima (Eppley i sur. 1968; Seliger i sur. 1975).

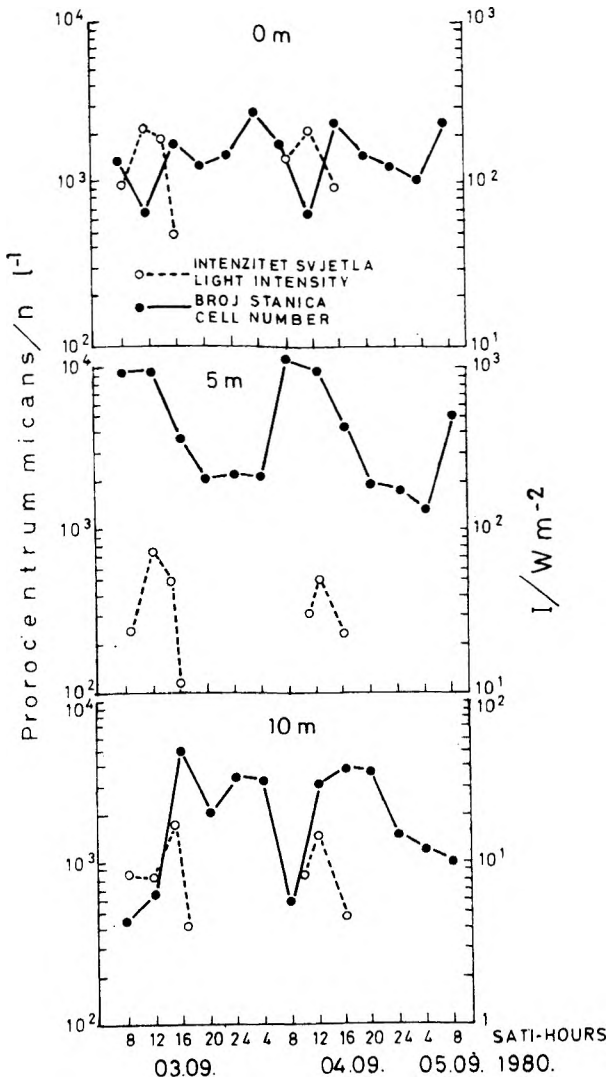
Na postaji u Limskom kanalu prevladavao je tokom istraživanog razdoblja specifičan režim vertikalne distribucije hranjivih soli (sl. 2 i 3). Naime, povremeni slatkovodni dotoci iz različitih izvora (vrulje, kanalizacijski ispušt), bogati nitratima, uvjetovali su postojanje konstantno viših koncentracija te hranjive soli u površinskom sloju (do $5.8 \mu\text{mol l}^{-1}$), dok je fosfat, za koji se smatra da limitira primarnu produkciju u vodama sjevernog Jadrana (Pojed i Kveder 1977), bio u površinskom sloju prisutan u relativno malim količinama (do $0.02 \mu\text{mol l}^{-1}$). Budući da su nešto više vrijednosti fosfata (do $0.11 \mu\text{mol l}^{-1}$) nađene tek u pridnenom sloju postaje, može se pretpostaviti, uzimajući u obzir mogućnost opskrbe nekih dinoflagelata tokom noći određenom hranjivom soli (Eppley i sur. 1968; Seliger i sur. 1975), da je u danim uvjetima fosfat bio od veće važnosti nego nitrat za primijećen smjer migracija vrste *P. micans* u dublje slojeve.

Sl. 2. Vertikalna distribucija gustoće vrste *P. micans*, te koncentracije nitrata i fosfata prvog dana istraživanja u Limskom kanalu.

Fig. 2. Vertical distribution of *P. micans* cell density, and nitrate and phosphate concentrations, during the first 24 hr observations in the Lim Fjord.

Sl. 3. Vertikalna distribucija gustoće vrste *P. micans*, te koncentracije nitrata i fosfata drugog dana istraživanja u Limskom kanalu.

Fig. 3. Vertical distribution of *P. micans* cell density, and nitrate and phosphate concentrations, during the second 24 hr observations in the Lim Fjord.



Sl. 4. Odnos dnevnih varijacija intenziteta svjetla i gustoće vrste *P. micans* na tri istraživane dubine u Limskom kanalu.

Fig. 4. Relationship between daylight intensity variations and *P. micans* cell density at the three investigated depths in the Lim Fjord.

Zaključak

Rezultati 48-satnog istraživanja vertikalne distribucije gustoće vrste *Prorocentrum micans* Ehrenberg u Limskom kanalu upozoravaju na postojanje dnevnog periodiciteta, te vertikalnih migracija te vrste. Postoje indicije da smjer migracija tokom dneвно-noćnog perioda ovisi o utjecaju različitih faktora sredine (razlike u intenzitetu svjetla, koncentraciji hranjivih soli). Akumulacija stanica te vrste na dubini od 5 metara za vrijeme najjače insolacije vjerojatno je posljedica fototaktičkih implikacija u regulaciji smjera vertikalnih migracija dinoflagelata. Migracije u pridnene slojeve, koje se javljaju sa slabljenjem intenziteta svjetla, mogle bi se povezati s vertikalnom raspodjelom koncentracije fosfata, hranjive soli za koju se smatra da limitira procese primarne proizvodnje u vodama sjevernog Jadrana.

*

Zahvaljujem mr. N. Smodlaku, mr. R. Precaliju, mr. D. Degobbisu, R. Rabaku, I. Koreniću i inž. N. Ukmaru (Centar za istraživanje mora Rovinj) na zauzimanju i trudu pri skupljanju bioloških, kemijskih i hidrografskih podataka. Dr. N. Revelante (University of Maine at Orono, SAD) posebno zahvaljujem na kritičkim osvrtima i korisnim sugestijama pri izradi rada.

Rad je financiran sredstvima Samoupravne interesne zajednice za znanstveni rad Hrvatske (SIZ II).

Literatura

- Altalo Tyler, M., H. H. Seliger, 1978: Annual subsurface transport of a red tide dinoflagellate to its bloom area: Water circulation patterns and organisms distribution in the Chesapeake Bay. *Limnol. Oceanogr.* 23, 227—246.
- Altalo Tyler, M., H. H. Seliger, 1981: Red tide organism. *Limnol. Oceanogr.* 26, 310—324.
- Eaton, J. W., P. Simpson, 1979: Vertical migrations of the intertidal dinoflagellate *Amphidinium hermaniae* Kofoid & Swezy, 339—345. In: Naylor, E., R. G. Hartnoll (Eds.): Cyclic phenomena in marine plants and animals. Pergamon Press Oxford and New York.
- Eppley, R. W., O. Holm-Hansen, J. D. H. Strickland, 1968: Some observations on the vertical migration of dinoflagellates. *J. Phycol.* 4, 333—340.
- Forward, R. B., 1974: Phototaxis by the dinoflagellate *Gymnodinium splendens* J. Protozool. 21, 312—315.
- Hasle, G. R., 1950: Phototactic vertical migration in marine dinoflagellates. *Oikos.* 2, 162—175.
- Hasle, G. R., 1954: More on phototactic diurnal migration in marine dinoflagellates. *Nytt. Mag. Bot.* 2, 139—147.
- Halldal, P., 1958: Action spectra of phototaxis and related problems in *Volvocales*, *Ulva*-gametes and *Dinophyceae*. *Physiologia Pl.* 11, 118—153.
- Holmes, R. W., P. M. Williams, R. W. Eppley, 1967: Red water in La Jolla Bay, 1964—1966. *Limnol. Oceanogr.* 12, 503—512.
- Murphy, J., J. P. Riley, 1962: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27, 31—36.
- Pojed, I., S. Kveder, 1977: Investigation of nutrient limitation of phytoplankton in the Northern Adriatic by enrichment experiments. *Thalassia Jugosl.* 13, 13—24.
- Pomeroy, L. R., H. H. Haskins, R. A. Ragotzkie, 1956: Observations on dinoflagellate blooms. *Limnol. Oceanogr.* 1, 54—60.

- Precali, R.*, 1981: Utjecaj svjetla na procese primarne produkcije. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu.
- Seliger, H. H., M. E. Loftus, D. V. Subba Rao*, 1975: Dinoflagellate accumulations in Chesapeake Bay, 182—205. In: Lo Cicero, V. R. (Ed.): Proceedings of the First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, November 1974. Boston, Massachusetts.
- Staker, R. D., S. F. Bruno*, 1980: Diurnal vertical migration in marine phytoplankton. *Bot. Mar.* 23, 167—172.
- Strickland, J. D. H., T. R. Parsons*, 1972: A practical handbook of sea water analysis. *Fish. Res. Bd Can. Bull.* 167, 311 pp.
- Utermöhl*, 1958: Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton — Methodik. *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.* 17, 47—71.
- Wandschneider, K.*, 1979: Vertical distribution of phytoplankton during investigations of a natural surface film. *Mar. Biol.* 52, 105—111.
- Wood, E. D., A. J. Armstrong, F. A. Richards*, 1967: Determination of nitrate in sea water by cadmium copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 47, 23—31.

SUMMARY

SOME OBSERVATIONS ON THE VERTICAL MIGRATIONS OF THE DINOFLAGELLATE *PROROCENTRUM MICANS* EHRENBERG IN THE LIM FJORD (NORTHERN ADRIATIC)

Branka Filipić

(Center for Marine Research, »Ruder Bošković« Institute, Rovinj, Yugoslavia)

Diurnal vertical migration of the dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehrenberg was investigated under field conditions in relation to the underwater light field, and the vertical distribution of nutrients (phosphates and nitrates). Water samples were taken in the Lim Fjord at 4-hour intervals over a 48 hr period. Samples were collected from 0, 2, 5, 7, 10 and 13-m depths for microscopical analysis of the species present, and at 0, 5, 10 and 13 m for other physical and chemical measurements.

The changes in the vertical distribution of *P. micans* cell densities during the investigation show a periodicity, indicating that the dinoflagellate is capable of undergoing diel vertical migrations. Results indicated that *P. micans* »avoids« surface layers and accumulates at 5-m depth during the daylight intensities (Figs. 2, 3, 4). During the night, with the lowering of light intensities, the algae migrated to the deeper portions of the water column (10—13 m). It is hypothesized that this downward movement is related to the availability of phosphate, a nutrient considered limiting phytoplankton production in the Northern Adriatic. Nitrate occurred at concentrations considered non-limiting throughout the water column, and in contrast to phosphate, higher concentrations were found in the upper layers (Figs. 2 and 3).

Branka Filipić, mr biol.
Centar za istraživanje mora Rovinj
Institut »Ruder Bošković«
YU-52210 Rovinj (Jugoslavija)