

Геол. ан. Балк. полуос. Ann. Géol. Penins. Balk.	62	213–232	Београд, децембар 1998 Belgrade, Decembre 1998
---	----	---------	---

УДК 56:591.557:563.95:561.782.12

Оригинални научни рад

ТРАГОВИ ЕПИБИОЗЕ, ПРЕДАТОРСТВА И ПАРАЗИТИЗМА НА СКЕЛЕТУ РОДА *CLYPEASTER* (ECHINOIDEA)

од

Марине Димић*

У раду су представљени односи ехинидског рода *Clypeaster* и организама који су на њему или у њему живели. Проучаване врсте рода *Clypeaster* потичу из средњомиоценских седимената Босне и Србије. Обрађено је 37 врста и 2 подврсте рода *Clypeaster* и на већини примерака запажени су и проучавани односи епибиозе, паразитизма и појаве биотичких повреда.

Кључне речи: *Clypeaster*, епибиоза, биотичке повреде, паразитизам, средњи миоцен, Босна, Србија.

УВОД

Проучавањем односа између *Clypeaster*-а и организама који су га насељавали бавили су се многи палеонтолози Vadasz (1915), Mortensen (1948), Moore (1966), Митровић–Петровић и Урошевић–Дачић (1962), Митровић–Петровић (1964, 1966, 1969, 1972, 1980, 1981, 1984), Macropoulou–Diacantoni (1973, 1979, 1985), али су се проучавања заснивала на малом броју примерака. У овом раду проучавања су заснована на већем броју примерака и са детаљнијим описима тих односа.

На проучаваним врстама рода *Clypeaster* запажено је више односа са другим организмима, са којима су живели у заједници: епибиоза, биотичке повреде, паразитизам (сл. 3). Најзаступљенији однос је **епибиоза**, која представља коришћење једних организама искључиво као простора за живот од стране других организама. Животиња која је послужила као подлога за живот, је у моменту насељавања већ била угинула. Најчешћи епибионти проучаваних *Clypeaster*-а су бриозое. На скелетима *Clypeaster*-а из средњомиоценских седимената Босне и Србије, бриозое се јављају у мањим или већим колонијама како на аборалној, тако и на оралној страни љуштуре. Када се бриозојске колоније налазе на оралној страни љуштуре, то указује да су животињу као подлогу за насељавање користиле тек после њеног угинућа, због тога што *Clypeaster*-и живе оралном страном приљубљени за подлогу или мање више закопани у седимент, па их за живота не могу насељавати. Такође, *Clypeaster*-и имају веома густе чекињасте бодље, па за живота нема простора за насељавање бриозоа.

* "Геоинститут", Ровињска 12, 11 000 Београд.

Поред бриозоа, као подлогу за живот љуштуре *Clypeaster*-а користили су и други организми са којима је живео у пренасељеном литоралном региону: шкољке – *Ostrea*, *Pecten*, пужеви, црви.

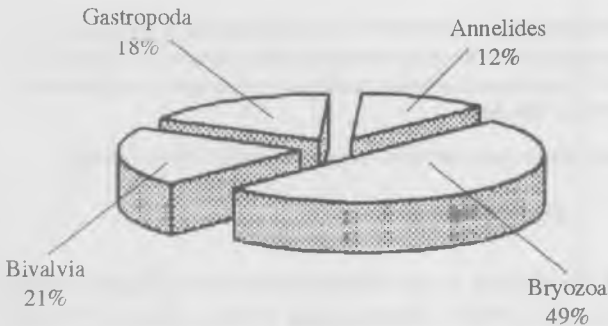
На љуштурама *Clypeaster*-а поред епибиозе уочавају се и **биотичке повреде**. Биотичке повреде се јављају у виду перфорација љуштуре, које могу бити правилног округлог облика, различитих димензија, које потичу од пужева предатора – *Natica*, *Conus* – са којима су *Clypeaster*-и живели у заједници, а уочене су и перфорације које су већих димензија, овалног облика, које вероватно потичу од неких ракова.

На само два примерка запажене су појаве **паразитизма**, али без могуће идентификације о ком паразиту је реч.

ЕПИБИОЗА

Појава епибиозе је најчешћи вид међусобних односа *Clypeaster*-а и других организма. У оквиру епибионата прво место заузимају колоније Bryozoa, различитих димензија и различитог распореда, затим шкољке, пужеви, црви.

Бројни однос епибионата приказан је на цикллогураму (сл. 1).



Сл. 1. Однос заступљености епибионата, који су насељавали љуштуре *Clypeaster*-а, изражен у процентима.

Fig. 1. Ratio of epibionts upon *Clypeaster* test.

Епибиоза је запажена код 22 примерка различитих врста рода *Clypeaster* и то:

Clypeaster zambonii Lovisato – На самој ивици предњег дела аборалне стране налазе се увијена цев црва. На оралној страни љуштуре налазе се читаве превлаке бриозојских колонија. Највећа концентрација је у области инфудибулума и амбулакралних бразда. Ове колоније изграђује врста *Calpensia gracilis* (Reuss) (Таб I, сл. 1).

Clypeaster pyramidalis Michelin – На целој површини оралне стране налазе се скелетни остаци различитих морских организама са којима је *Clypeaster* живео (шкољке, пужеви, бриозое).

Clypeaster pyramidalis Michelin – На аборалној страни у области између десног предњег и задњег парног амбулакра уочавају се крупне цевчице црва, као и скелетни остатак пужа (Таб. I, сл. 2).

Clypeaster sardiniensis Cotteau – На аборалној страни љуштуре налази се велики број бриозојских колонија концентрисаних у области амбулакра и интерамбулакра на њиховим дисталним деловима. Највеће колоније се налазе између задњих парних амбулакра (Таб. II, сл. 3) и то ближе амбитусу. На оралној страни између задњих парних амбулакралних бразда уочава се скелетни остатак пужа.

Clypeaster sardiniensis Cotteau – На аборалној страни љуштуре налазе се у продужетку непарног амбулакра и задњег парног амбулакра причвршћени капци *Ostrea*-е. На оралној страни такође се налазе *Ostrae*-е, једна у близини предње амбулакралне бразде, остале су разбацане по целој површини аборалне стране. Преко *Ostrea* налазе се и спирално увијене цевчице црва (Таб. I, сл. 3).

Clypeaster tauricus Desor – На аборалној страни љуштуре налази се више бриозојских колонија, у области средњег и дисталног дела предњег левог интерамбулакра и у области средњег дела задњег левог интерамбулакра као и на пориферној зони предњег левог амбулакра. Све колоније су изграђене од врсте *Onychocella angulosa* (Reuss) (Таб. I, сл. 4).

Clypeaster santarosae I. ovisato – На оралној страни љуштуре налази се део капка *Pecten*-а (Таб. I, сл. 5).

Clypeaster danubicus Vadasz – На обе стране љуштуре налазе се бриозојске колоније. На аборалној страни у пределу задњег десног парног амбулакра, као и између предњег и задњег левог парног амбулакра уочљиве су велике бриозојске колоније, док се на осталом делу аборалне стране примећују колоније знатно мањих димензија. На оралној страни са десне стране аналног отвора, налази се бриозојска колонија, а у пределу инфудибулума, уочавају се читаве превлаке бриозоа, изграђене од врсте *Calpensia gracilis* (Reuss) (Таб. I, сл. 6). Највећа бриозојска колонија на аборалној страни, у пределу предњег и задњег левог парног амбулакра изграђена је од врсте *Umbonula endlicheri* (Reuss).

Clypeaster angulatus Vadasz – На аборалној страни на дисталном делу предњег десног парног амбулакра уочава се бриозојска колонија врсте *Calpensia gracilis* (Reuss). У области апекса који је потпуно уништен, запажа се бриозојска колонија врсте *Umbonula endlicheri* (Reuss) (Таб. I, сл. 7). На оралној страни дуж амбулакралних бразда могу се уочити мање бриозојске колоније као и отисак пужа.

Clypeaster scillae Desmoulins – На аборалној страни љуштуре уочавају се бриозојске колоније, које су малих димензија, највише их има у области амбитуса. У продужетку предњег непарног амбулакра налази се отисак црва. На оралној страни такође има бриозоа мало већих димензија, а разбацане су по целој површини оралне стране. Колоније су изграђене од врсте *Onychocella angulosa* (Reuss).

Clypeaster turritus Philippi – На аборалној страни љуштуре у области између предњег непарног и десног предњег парног амбулакра налази се скелетни остатак црва.

Clypeaster reidii Wright – На аборалној страни на дисталним деловима предњег и задњег левог интерамбулакра налази се неколико мањих колонија бриозоа, а уочена је и мања бриозојска колонија на дисталном делу задњег левог амбулакра. Све колоније припадају врсти *Schizoporella tetragona* (Reuss). На оралној страни љуштуре уочене су мале бриозојске колоније у области задњих парних амбулакралних бразда, као и део скелета *Ostrea*-е који се налази на левој половини љуштуре (Таб. II, сл. 1, 2).

Clypeaster gregoryi Lambert – На оралној страни љуштуре у области инфудибулума и предње непарне амбулакралне бразде налази се једна бриозојска колонија, која је изграђена од врсте *Schizoporella tetragona* (Reuss), док се у близини аналног отвора уочава отисак љуштуре неког пужића.

Clypeaster grandiflorus Gronn – На аборалној страни налазе се причвршћене две *Ostrea*-е. Једна се налази преко дисталног дела левог парног амбулакра, а друга на

задњем делу љуштуре. На оралној страни у близини аналног отвора налази се бризојска колонија.

Clypeaster crassicosatus Agassiz – На обе стране љуштуре запажају се велике бризојске колоније, тако да је на појединим местима гранулација потпуно уништена. Све колоније су изграђене од врсте *Onychocella angulosa* (Reuss).

Clypeaster myriophyma Vadasz – На аборалној страни љуштуре налазе се скелети шкољки, црва, и један мали пуж. Црви су концентрисани по целој аборалној страни љуштуре, различитог су облика (прави, спирално увијени), и има их јако много. На оралној страни љуштуре фосилни остаци црва, се налазе у области непарне и задње десне парне амбулакралне бразде. Такође су уочљиве и мале колоније бризоа које су разбацане по целој површини оралне стране.

Clypeaster olisiponensis Michelin – На аборалној страни љуштуре у области испод десног парног амбулакра, ближе амбитусу, налази се капак шкољке. Такође се могу уочити и бризојске колоније врсте *Schizoporella tetragona* (Reuss). На оралној страни између непарне и предње десне парне амбулакралне бразде смештена је велика бризојска колонија.

Clypeaster pentadactylus Peron–Gauthier – На аборалној страни уочавају се велике бризојске колоније, највише их има у пределу задњег левог парног амбулакра. Између непарног и предњег парног амбулакра причвршћен је један пужић. На оралној страни у области предње парне амбулакралне бразде налази се бризојска колонија.

Clypeaster sequenzai Vadasz – На аборалној страни на задњем парном амбулакру и интерамбулакру налазе се веће бризојске колоније врсте *Onychocella angulosa* (Reuss). На оралној страни има малих колонија бризоа, које се налазе у близини аналног отвора и амбулакралних бразда, чију идентификацију није било могуће извршити.

Clypeaster majocchi Lovisato – На аборалној страни на задњем левом парном амбулакру запажа се отисак у облику слова S, које вероватно потиче од неког црва (Таб. II, сл. 4).

Clypeaster altus Klein – На обе стране љуштуре налазе се скелетни остаци црва, чија идентификација није била могућа.

Clypeaster alticostatus Michelin – На оралној страни љуштуре у области између предње непарне и предње леве парне амбулакралне бразде, налази се скелетни остатак шкољке.

БИОТИЧКЕ ПОВРЕДЕ

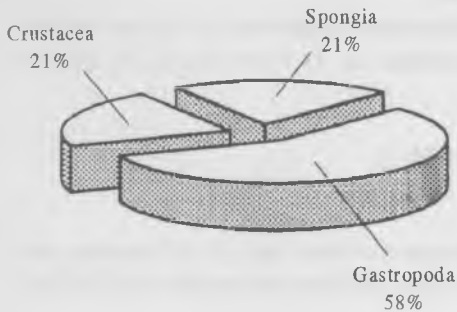
Све биотичке повреде су у виду перфорација различитих димензија и облика. Перфорације су настале дејством предатора, међу којима су најбројнији гастроподи (*Conus*, *Natica*), затим ракови (*Cirripedia*) и сунђери (*Vioa*).

Бројни однос предатора приказан је на циклোগраму (сл. 2).

Биотичке повреде су запажене код 10 врста и то:

Clypeaster danubicus Vadasz – На аборалној страни се уочавају перфорације љуштуре, и то два крупнија отвора у пределу задњег десног амбулакра, овалног облика, величине 3 и 4 mm (Таб. III, сл. 1, 2), вероватно повреда настала нападом неког рака, а уочавају се и перфорације правилног округлог облика, пречника 1,5 и

2 mm, такође на аборалној страни, које су вероватно настале од пужева предатора (*Conus*, *Natica*), који су чести у средњем миоцену у приобалском региону.



Сл 2. Бројна заступљеност предатора који су нападали *Clypeaster*-а.

Fig. 2. Numerical ratio of predators which attacked *Clypeaster*.

Clypeaster myriophyma Vadasz – На аборалној страни у дисталном делу непарног интерамбулакра, ближе амбитусу, налази се перфорација величине 4 mm која није правилног округлог облика, вероватно потиче од неког пужа предатора.

Clypeaster olisiponensis Michelin – На аборалној страни уочавају се веома ситне перфорације округлог облика, величине до 1 mm, које се налазе ближе амбитусу са леве и десне стране љуштуре. Вероватно су настале дејством сунђера *Vioa*.

Clypeaster pentadactylus Peron–Gauthier – На аборалној страни уочене су биотичке повреде у виду перфорација љуштуре величине од 0,3–2 mm.

Clypeaster sequenzai Vadasz – На аборалној страни љуштуре налазе се биотичке повреде у виду перфорација љуштуре. Отвори су округлог облика, величине од 0,2–2,5 mm, вероватно настали нападима пужева предатора (*Conus*, *Natica*) који су чести у баденским седиментима Босне и Србије. Постоје и перфорације које су овалног облика и крупније су (4–6 mm), а вероватно су последица напада неког рака. Највише их има у близини апекса, мада их има и на осталој површини аборалне стране. На оралној страни уочава се једна округла перфорација величине 1 mm.

Clypeaster angulatus Vadasz – На аборалној страни налазе се велики број веома крупних перфорација љуштуре округлог облика, величине 1–6 mm, које потичу од пужева предатора (Таб. IV, сл. 1). Нема правилности у њиховом распореду, али се може уочити да их има по целој површини аборалне стране.

Clypeaster majocchi Lovisato – На аборалној страни љуштуре уочљиве су округле перфорације које су веома ситне 1/10 mm, и једна крупнија величине 2 mm. Ови ситни отвори вероватно потичу од сунђера *Vioa*. На предњем делу љуштуре, уочавају се биотичке повреде у виду зареза које вероватно потичу од ракова – *Cirripedia* (Таб. III, сл. 3).

Clypeaster manini Lovisato – На два примерка ове врсте на аборалној страни налази се по једна биотичка повреда у облику округле перфорације. На једном отвор је величине 1,5 mm и налази се на пориферној зони предњег непарног амбулакра, док је на другом отвор 4 mm, а налази се у средишњем делу задњег парног интерамбулакра. Отвор је дубок. За обе перфорације се претпоставља да потичу од пужева предатора.

Clypeaster acclivis Romel – На аборалној страни уочавају се биотичке повреде у облику правилних округлих перфорација величине од 0,7–1 mm и дубоке су, а има

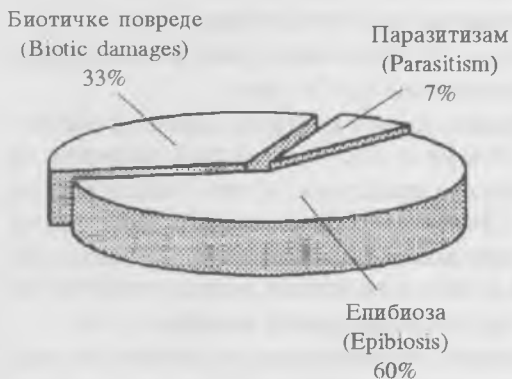
и крупнијих овалних отвора чија величина иде од 2,5 до 3,5 mm. Ситније перфорације су вероватно последица напада сунђера, за крупније перфорације се претпоставља да су последица напада пужева предатора.

Clypeaster turritus Phillippi – На аборалној страни љуштуре налазе се биотичке повреде у виду округлих перфорација величине од 1–3 mm, које су настале нападима пужева предатора.

ПАРАЗИТИЗАМ

О појави паразитизма се може говорити само условно јер се за извесне неправилности и аномалије које су запажене на скелету двеју врста, претпоставља да су последица дејства паразита.

На врсти *Clypeaster pyramidalis* Michelin, у проксималним деловима амбулакара констатовано је неправилно сужавање пориферних и интерпориферних зона (Таб. IV, сл. 2), које може бити последица паразитизма, међутим о којим паразитима је реч тешко је рећи, јер су паразити који нападају јежеве бројни (спорозое, инфузорије, цирипедије, копеподи...).



Сл.3 Процентуална заступљеност епибиозе, биотичких повреда и паразитизма на скелету *Clypeaster*-а.

Fig. 3. Ratios of epibiosis, biotic damages and parasitism on *Clypeaster* skeleton.

На врсти *Clypeaster reidii* Wright уочава се деформација која се односи на десни део аборалне стране љуштуре која је приметно нижа од леве стране. Оваква деформација вероватно потиче од неког паразита.

ЗАКЉУЧАК

На скелетима *Clypeaster*-а из средњомиоценских седимената Босне и Србије запажене су честе појаве епибиозе, биотичких повреда и паразитизма. Ови односи су проучавани на великом броју врста. Најчешћи однос који је запажен на проучаваним примерцима је епибиоза, а најзаступљенији епибионти *Clypeaster*-а су бриозое. Поред бриозоа на љуштурама *Clypeaster*-а идентификоване су и шкољке – *Ostrea*, *Pecten*, пужеви, црви. Својим масивним скелетима, посебно равном оралном страном, *Clypeaster*-и су постмортално веома добро послужили као подлога за живот другим организмима који су живели у заједници са њима. *Clypeaster*-и су били

нападани и од стране разних предатора. Проучавањем облика, димензија и распореда повреда које су предатори нанели, закључено је да су их проузроковали најчешће пужеви (*Conus*, *Natica*), затим ракови (*Cirripedia*) и сунђери (*Vioa*). Паразитизам је идентификован само код две врсте, али је немогуће рећи о којим паразитима је реч, мада се зна да су најчешћи паразити јежева (*Clypeaster*-а) били спорозое, копеподи, цирипедије, инфузорије.

Сви до сада идентификовани односи између *Clypeaster*-а и организама који су га насељавали постмортално а са којима је живео у заједници у пренасељеном приобалском региону, доводе до закључка да је борба за животни простор и опстанак била веома изражена.

Геол. ан. Балк. полуос. Ann. Géol. Penins. Balk.	62	213–232	Београд, децембар 1998 Belgrade, Decembre 1998
---	----	---------	---

UDC 56:591.557:563.95:561.782.12

Original scientific paper

TRACES OF EPIBIOSIS, PREDACITY AND PARASITISM ON *CLYPEASTER* (ECHINOIDEA) SKELETONS

by

Marina Dimić*

This work discusses relationships of the echinoid genus *Clypeaster* and the organisms which lived in or upon it. The studied 37 species and 2 subspecies of *Clypeaster* are from Middle Miocene sedimentary rocks of Bosnia and Serbia. Most of the examined specimens bear traces of epibiosis, parasitism and biotic damages.

Key words: *Clypeaster*, epibiosis, biotic damage, parasitism, Middle Miocene, Bosnia, Serbia.

INTRODUCTION

Relationships between *Clypeaster* and its tenant organisms has been studied by many paleontologists: Vadasz (1915), Mortensen (1948), Moore (1966), Mitrović–Petrović & Urošević–Đačić (1962), Mitrović–Petrović (1964, 1966, 1969, 1972, 1980, 1981, 1984), Marcopoulou–Diacantoni (1973, 1979, 1985) only on a small number of specimens. The numerosity of specimens for this study was greater and descriptions of the relationships are more detailed.

Relationships between the studied *Clypeaster* species and other organisms living in close association are varied: epibiosis, biotic damages, parasitism (Fig. 3). The commonest relationship is **epibiosis**, or use of one organisms only as living places by other organisms. A host animal was dead before being inhabited. The commonest epibionts of the studied clypeasters were bryozoans. Upon clypeaster tests from Middle Miocene rocks of Bosnia and Serbia, bryozoans formed larger or smaller colonies on both aboral and oral surfaces. This indicates that the animal was tenanted only after its death, because a clypeaster lived attached by its oral surface to the substrate or more or less burrowed, thus being untenable when alive. Also, clypeasters had dense bristly spines leading no room for bryozoan tenancy. Besides bryozoans, clypeaster tests were inhabited by other organisms associated with it in the overpopulated littoral region, viz.: pelecypods (*Ostrea*, *Pecten*), gastropods, worms.

* Geoinstitute, Rovinjska 12, 11000 Belgrade.

Clypeaster tests also showed **biotic damages**, in the form of circular, varisized, perforations drilled by predatory gastropods (*Natica*, *Conus*) which lived associated with clypeasters. Some of perforations were quite large, oval, probably made by some of crustaceans.

Parasitism was noted only on two specimens, but the parasite could not be identified.

EPIBIOSIS

Epibiosis was the commonest form of relationship between *Clypeaster* and other organisms. Among the tenants, the most frequent were colonies of bryozoans which varied in size and configuration, followed by pelecypods, gastropods, worms.

The numerical ratio of epibionts is shown in the diagram (Fig. 1).

Epibiosis is noted on 22 specimens of various *Clypeaster* species:

Clypeaster zambonii Lovisato. A sinuous worm tube at anterior margin of the aboral test surface. The oral surface of the test is almost covered by bryozoan colonies which are the densest in the area of infundibulum and ambulacral furrows. Colonies are formed by *Calpensia gracilis* (Reuss) (Pl. I, Fig. 1).

Clypeaster pyramidalis Michelin. Skeletal remains of different marine organisms (pelecypods, gastropods, bryozoans) which lived associated with *Clypeaster* cover its oral surface.

Clypeaster pyramidalis Michelin. Large worm tubes and a gastropod skeletal remain are visible between right anterior and posterior even ambulacra on the aboral surface (Pl. I, Fig. 2).

Clypeaster sardiniensis Cotteau. A numerosity of bryozoan colonies in the area of distal ambulacrum and interambulacrum on the aboral test surface. The largest colonies are between posterior even ambulacra (Pl. II, Fig. 3) nearer to ambitus. A gastropod skeletal remain is visible between posterior even ambulacral furrow on the oral surface.

Clypeaster sardiniensis Cotteau. Ostrean valves attached to the aboral surface in the area extending from the odd and posterior even ambulacra. The oral surface also bears ostreae, one near the anterior ambulacral furrow and others scattered all over the aboral surface. Spiral worm tubes cover ostrea (Pl. I, Fig. 3).

Clypeaster tauricus Desor. Several bryozoan colonies are formed in middle and distal areas of the anterior left interambulacrum, in the middle of posterior left ambulacrum, and in perforate area of the anterior left ambulacrum, on the aboral test surface. All colonies are formed by *Onychocella angulosa* (Reuss) (Pl. I, Fig. 4).

Clypeaster santarosae Lovisato. A fragment of *Pecten* valve on the oral test surface (Pl. I, Fig. 5).

Clypeaster danubicus Vadasz. Bryozoan colonies on either surface of the test. Large colonies are in the right even ambulacrum and between anterior and posterior left even ambulacra, and smaller colonies are on the rest of the aboral surface. On the oral surface, a colony right of anus and bryozoan coats formed by *Calpensia gracilis* (Reuss) in the area of infundibulum (Pl. I, Fig. 6). The largest bryozoan colony on the aboral surface, in the area of anterior and posterior left even ambulacra, is formed by *Umbonula endlicheri* (Reuss).

Clypeaster angulatus Vadasz. A bryozoan colony of *Calpensia gracilis* (Reuss) is visible in distal area of the anterior right even ambulacrum on the aboral surface. Another colony of *Umbonula endlicheri* (Reuss) covers the area of completely destroyed apex (Pl. I, Fig. 7). Small bryozoan colonies and a gastropod cast are visible along ambulacral furrows on the oral surface.

Clypeaster scillae Desmoulins. Small bryozoan colonies, predominantly in ambitus, are noticeable on the aboral surface. A worm cast shows near the anterior odd ambulacrum. Somewhat bigger bryozoans are scattered all over the oral surface. The colonies are formed of *Onychocella angulosa* (Reuss).

Clypeaster turritus Phillippi. A skeletal worm remain is located between the anterior odd and right even ambulacra on the aboral surface.

Clypeaster reidii Wright. Several minor bryozoan colonies are discerned in distal parts of the anterior and posterior left ambulacra, and a minor colony in distal part of the posterior left ambulacrum on the aboral surface. All colonies are formed of *Schizoporella tetragona* (Reuss). The oral surface bears small bryozoan colonies in the area of posterior even ambulacral furrows, and a part of ostrean skeleton in the left half of the test (Pl. II, Figs. 1, 2).

Clypeaster gregoryi Lambert. A bryozoan colony of *Schizoporella tetragona* (Reuss) shows in infundibulum and anterior odd ambulacral furrow on the aboral surface; there is a cast of a small gastropod near the anus.

Clypeaster grandiflorus Bronn. Two ostreae fixed onto aboral surface, one over distal end of the left even ambulacrum, and the other posteriorly on the test. A bryozoan colony near anus on the oral surface.

Clypeaster crassicosatus Agassiz. Large bryozoan colonies of *Onychocella angulosa* (Reuss) are visible on either surface of the with granulation destroyed in places.

Clypeaster myriophyma Vadasz. Aboral test surface bears skeletons of pelecypods, worms, and a small gastropod. Worms are accumulated all over the aboral test surface, differ in shape (straight, spiral), and are abundant. The oral surface of the test bears fossil worm remains in the area of odd and posterior right even ambulacral furrows. Small bryozoan colonies are scattered all over the oral surface.

Clypeaster olisiponensis Michelin. A shell valve shows below the right even ambulacrum, nearer to ambitus, on the aboral test surface. There also are bryozoan colonies of *Schizoporella tetragona* (Reuss). A large colony is located between the odd and anterior right even ambulacral furrows on the oral surface.

Clypeaster pentadactylus Peron-Gauthier. Large bryozoan colonies, numerous anteriorly of the posterior left even ambulacrum, on aboral surface. A small gastropod is fixed between the odd and anterior even ambulacra. A bryozoan colony in the anterior even ambulacral furrow on the oral surface.

Clypeaster sequenzai Vadasz. Large bryozoan colonies of *Onychocella angulosa* (Reuss) cover posterior area of even ambulacrum and interambulacrum on the aboral surface. The oral surface bears minor colonies near the anus and ambulacral furrows, which could not be identified.

Clypeaster majocchi Lovisato. A S shaped cast probably of a worm is visible on posterior left even ambulacrum on the aboral surface (Pl. II, Fig. 4).

Clypeaster altus Klein. Skeletal remains of indetermined worms on either surface of the test.

Clypeaster alticostatus Michelin. A pelecypod skeletal remain between the anterior odd and anterior left even ambulacral furrows on the oral surface.

BIOTIC DAMAGES

All biotic damages are perforations varying in size and shape, drilled by predators, dominantly gastropods (*Conus*, *Natica*), and crustaceans (*Cirripedia*) and sponges (*Vioa*).

The numerical ratio of predators is shown in Fig. 2.

Biotic damages are noted in ten species:

Clypeaster danubicus Vadasz. Two larger oval, 3 mm and 4 mm, test perforations in posterior right ambulacral area on the aboral surface (Pl. III, Figs. 1, 2), probably caused by a crustacean. There also are smaller circular perforations of 1.5 mm and 2 mm on the same surface made by predatory gastropods (*Conus*, *Natica*) which were common in coastal regions of the Middle Miocene.

Clypeaster myriophyma Vadasz. A circular perforation of 4 mm distally on the odd interambulacrum, nearer to ambitus, on the aboral surface, was probably made by a predatory gastropod.

Clypeaster olisiponensis Michelin. Very small circular perforations, to 1 mm in size, nearer to ambitus on both left and right test sides on the aboral surface were probably left by sponge *Vioa*.

Clypeaster pentadactylus Peron-Gauthier. Biotic damages are test perforations of 0.3 to 2 mm on the aboral surface.

Clypeaster sequenzai Vadasz. Perforations on the aboral surface are circular, 0.2 to 2.5 mm in size, probably made by attacks of gastropods (*Conus*, *Natica*) which are abundant in Badenian rocks of Bosnia and Serbia. Larger (4–6 mm) oval perforations, probably inflicted by a crustacean, on the aboral surface, are densest near apex. A single round perforation of 1 mm is notable on the oral surface.

Clypeaster angulatus Vadasz. Plenty of large round, 1–6 mm, perforations on the aboral test surface drilled by predatory gastropods (Pl. IV, Fig. 1). There is no regularity in their distribution all over the aboral surface.

Clypeaster majocchii Lovisato. Very small, 1/10 mm, and a larger, 2 mm, perforations on the aboral surface. The small ones were probably made by *Vioa*. Anteriorly on the test, biotic damages look like notches, probably scraped by *Cirripedia* crustaceans (Pl. III, Fig. 3).

Clypeaster manini Lovisato. Two specimens of this species have one round perforation each. One perforation is 1.5 mm, in perforate area of the anterior odd ambulacrum, and the other of 4 mm in central area of the posterior even interambulacrum. The latter perforation is deep. Both were probably made by predatory gastropods.

Clypeaster acclivis Pomet. Biotic damages in the form of regular round (0.7 to 1 mm) deep, or larger (2.5 to 3.5 mm) oval perforations on the aboral surface are probably caused by gastropods.

Clypeaster turritus Phillippi. Aboral test surface is biotically damaged in the form of round perforations, 1–3 mm in size, inflicted by predatory gastropod attacks.

PARASITISM

The term parasitism is provisionally used, because certain irregularities and anomalies, observed on skeletons of two species, are supposed to be consequences of parasite actions.

On the species *Clypeaster pyramidalis* Michelin, irregular narrowing of perforate and interperforate regions is noted in proximal ambulacral areas (Pl. IV, Fig. 2), which could be a result of parasitism. The responsible parasite could hardly be identified, because echinoids are attacked by various parasites (*Sporozoa*, *Infusoria*, *Cirripedia*, *Copepoda*).

The species *Clypeaster reidii* Wright is deformed in having the right aboral half of the test notably lower than the left half. This deformation is a likely consequence of a parasite action.

CONCLUSION

Skeletons of *Clypeaster* from Middle Miocene sedimentary rocks of Bosnia and Serbia frequently exhibit epibiosis, biotic damages, and parasitism. These relationships are studied on a large number of species. Epibiosis is the commonest relationship in the studied specimens, and the commonest tenants of clypeasters are bryozoans. Other tenants upon clypeaster tests are pelecypods (*Ostrea*, *Pecten*), gastropods, and worms. Massive skeleton, particularly the flat oral surface, of *Clypeaster* served well as the substrate to other organisms which lived associated with them. Clypeasters were attacked by different predators. Shapes, sizes and configuration of damages inflicted by predators indicate prevailingly gastropods (*Conus*, *Natica*), and subordinately crustaceans (*Cirripedia*) and sponges (*Vioa*). Parasitism is recognized only with two species, but the parasites could not be identified; the commonest parasites of echinoids (*Clypeaster*) were *Sporozoa*, *Copepoda*, *Cirripedia*, *Infusoria*.

All of the identified relationships between *Clypeaster* and the organisms tenenting them post-mortem, with which they lived in association in an overpopulated coastal region, lead to the conclusion that the struggle for living space and survival was notable.

Translated by D. Mijović-Pilić

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Μακροπούλου–Diacantoni A., 1973: Biostratigraphie et paleoecologie des Echinides des Pays Helleniques du Miocene moyen.– Ann. Geol. des pays Hellen., 25, 14–20, Athens.
- Μακροπούλου–Diacantoni A., 1979: Biofacies au moyen des echinides du Miocene superier dans l'ile de Crete (Grece), (Recherche biostratigraphique et paleoecologique).– Ibid., Tome hors serie, fasc. II, 745–753. Athens.
- Μακροπούλου–Diacantoni A., 1985: Morphology and evolution of the genus *Clypester* from the past to the recent.– Univer. Athens, 1–224. Athens.
- Митровић–Петровић Ј. (=Mitrović–Petrović), 1964: Појаве неправилности и аномалија на скелету средњеоцењских ехинида, као последица паразитизма и биотичких повреда.– Геол. ан. Балк. пол., 31, 135–144, Београд.
- Митровић–Петровић Ј. (=Mitrović–Petrović), 1966: Кредин и миоцењски ехиниди Србије.– Ibid., 37, 87–161, Београд.
- Mitrović–Petrović J., 1969: Srednjemiocenski ehinidi severne Bosne (Bosanska Posavina).– Acta Geol. 6, 113–148, Zagreb.

- Митровић-Петровић Ј. (=Mitrović-Petrović), 1972: Узајамни однос ехиинидског рода *Clypeaster* и неких сесилних организама.– Геол. ан. Балк. полуос., 37/2, 69–86, Београд.
- Митровић-Петровић Ј. (=Mitrović-Petrović), 1980: Преглед ехиинидске фауне Југославије: еволуција, биостратиграфија, палеоекологија, тафономија.– Симп. рег. геол. палеонт., 471–479, Београд.
- Митровић-Петровић Ј. (=Mitrović-Petrović), 1981: Ехииниди као фашијални фосили.– Геол. ан. Балк. полуос., 45, 173–185, Београд.
- Mitrović-Petrović J. 1984: Importance biostratigraphique et paleoecologique du genre *Clypeaster* (*Echinoidea*) pour les sediments neogenes de la Yougoslavie.– Ann. Geol. pays Hellen. 32, 211–235, Athens.
- Mitrović-Petrović J. i Urošević-Daćić D., 1962: Prevlake brizojskih kolonija na ljusturama sred-njemiocenskih ehinida – Vesn. zavoda geol. geofiz. istraž., 20/A, 249–263, Beograd.
- Moore R.C., 1966: Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U, Echinodermata, 1, 2.– The Geol. Soc. America, Inc, 695, Kansas.
- Mortensen Th., 1948: A monograph of the Echinoidea IV/2 Clypeasteroidea., 1–471, Copenhagen.
- Vadasz E., 1915: Die mediterranen Echinodermen Ungarns.– Geol. Hung. Inst. Reg. Hun. Geol., 1, 2, 77–253, Budapest.

ТАБЛА I PLATE

- Сл. 1. Бризојска колонија *Calpensia gracilis* (Reuss) на врсти *Clypeaster zambonii* Lovisato, ×4,5.
Fig. 1. Bryozoan colony of *Calpensia gracilis* (Reuss) upon *Clypeaster zambonii* Lovisato, Magn. ×4.5.
- Сл. 2. Цевчице црва и скелетни остатак пужа, на врсти *Clypeaster pyramidalis* Michelin, ×3,5.
Fig. 2. Worm tubes and skeletal gastropod remain on *Clypeaster pyramidalis* Michelin, Magn. ×3.5.
- Сл. 3. Спирално увијене цевчице црва, у области амбитуса на врсти *Clypeaster sardiniensis* Cotteau, ×4.
Fig. 3. Spiral worm tubes in ambitus area on *Clypeaster sardiniensis* Cotteau, Magn. ×4.
- Сл. 4. Бризојска колонија *Onychocella angulosa* (Reuss) на врсти *Clypeaster tauricus* Desor, ×3.
Fig. 4. Bryozoan colony of *Onychocella angulosa* (Reuss) on *Clypeaster tauricus* Desor, Magn. ×3.
- Сл. 5. Капак *Pecten*-а на оралној страни врсте *Clypeaster santarosae* Lovisato, ×9.
Fig. 5. *Pecten* valve on *Clypeaster santarosae* Lovisato oral surface, Magn. ×9.
- Сл. 6. Бризојска колонија *Calpensia gracilis* (Reuss) на врсти *Clypeaster danubicus* Vadasz, ×6.
Fig. 6. Bryozoan colony of *Calpensia gracilis* (Reuss) on *Clypeaster danubicus* Vadasz, Magn. ×6.
- Сл. 7. Бризојска колонија *Umbonula endlicheri* (Reuss) на врсти *Clypeaster angulatus* Vadasz, ×5.
Fig. 7. Bryozoan colony of *Umbonula endlicheri* (Reuss) on *Clypeaster angulatus* Vadasz, Magn. ×5.

ТАБЛА II PLATE

- Сл. 1. *Ostrea*, на аборалној страни врсте *Clypeaster reidii* Wright, $\times 1.5$.
 Fig. 1. *Ostrea* upon *Clypeaster reidii* Wright aboral surface, Magn. $\times 1.5$.
- Сл. 2. Бризојска колонија *Schizoporella tetragona* (Reuss) на врсти *Clypeaster reidii* Wright, $\times 3.5$.
 Fig. 2. Bryozoan colony of *Schizoporella tetragona* (Reuss) on *Clypeaster reidii* Wright, Magn. $\times 3.5$.
- Сл. 3. Бризојска колонија *Calpensia gracilis* (Reuss), на врсти *Clypeaster sardiniensis* Cotteau, $\times 8$.
 Fig. 3. Bryozoan colony of *Calpensia gracilis* (Reuss) on *Clypeaster sardiniensis* Cotteau, Magn. $\times 8$.
- Сл. 4. Отисак црва и биотичке повреде на задњем амбулакру врсте *Clypeaster majocchi* Lovisato, $\times 4$.
 Fig. 4. Worm cast and biotic damages on *Clypeaster majocchi* Lovisato, Magn. $\times 4$.

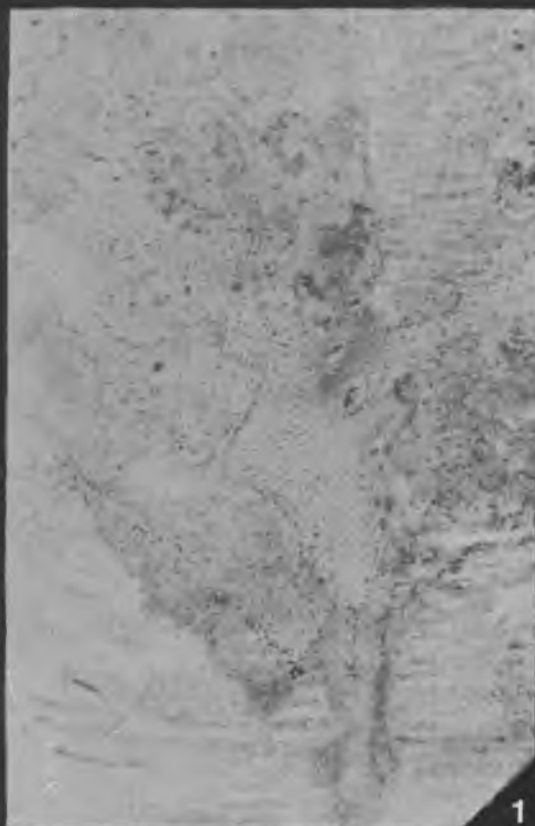
ТАБЛА III PLATE

- Сл. 1. *Clypeaster danubicus* Vadasz – аборална страна, са појавом епibiозе и биотичким повредама, $\times 1$.
 Fig. 1. *Clypeaster danubicus* Vadasz aboral view showing epibiosis and biotic damages, Magn. $\times 1$.
- Сл. 2. Биотичке повреде и бризојска колонија *Umbonula endlicheri* (Reuss), на задњем десном амбулакру врсте *Clypeaster danubicus* Vadasz, $\times 4$.
 Fig. 2. Biotic damages and bryozoan colony of *Umbonula endlicheri* (Reuss) on posterior right ambulacrum of *Clypeaster danubicus* Vadasz, Magn. $\times 4$.
- Сл. 3. Биотичке повреде на аборалној страни љуштуре *Clypeaster majocchi* Lovisato, $\times 3.5$.
 Fig. 3. Biotic damages on aboral surface of *Clypeaster majocchi* Lovisato, Magn. $\times 3.5$.

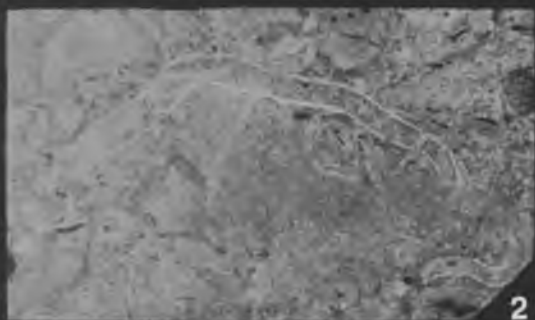
ТАБЛА IV PLATE

- Сл. 1. Биотичке повреде на аборалној страни врсте *Clypeaster angulatus* Vadasz, $\times 1.5$.
 Fig. 1. Biotic damages on aboral surface of *Clypeaster angulatus* Vadasz, Magn. $\times 1.5$.
- Сл. 2. Деформација иориферне и интерпориферне зоне на врсти *Clypeaster pyramidalis* Michelin, као последица паразитизма, $\times 2$.
 Fig. 2. Deformation of perforate and imperforate areas on *Clypeaster pyramidalis* Michelin as a consequence of parasitism, Magn. $\times 2$.

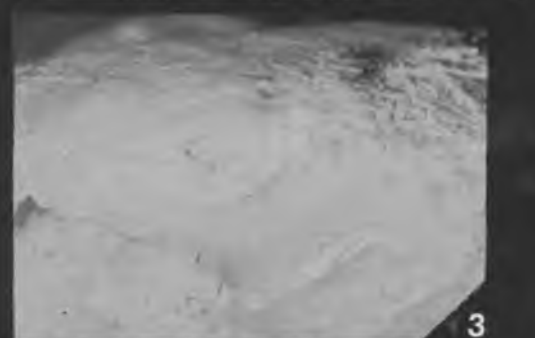
ТАБЛА I PLATE



1



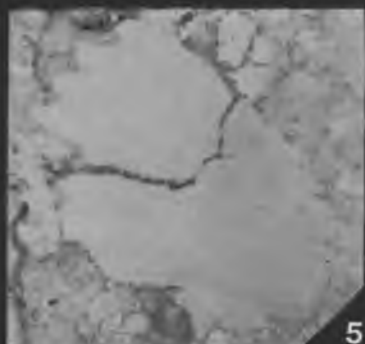
2



3



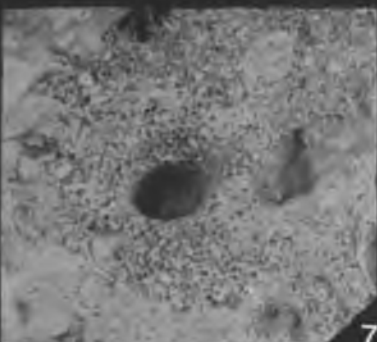
4



5

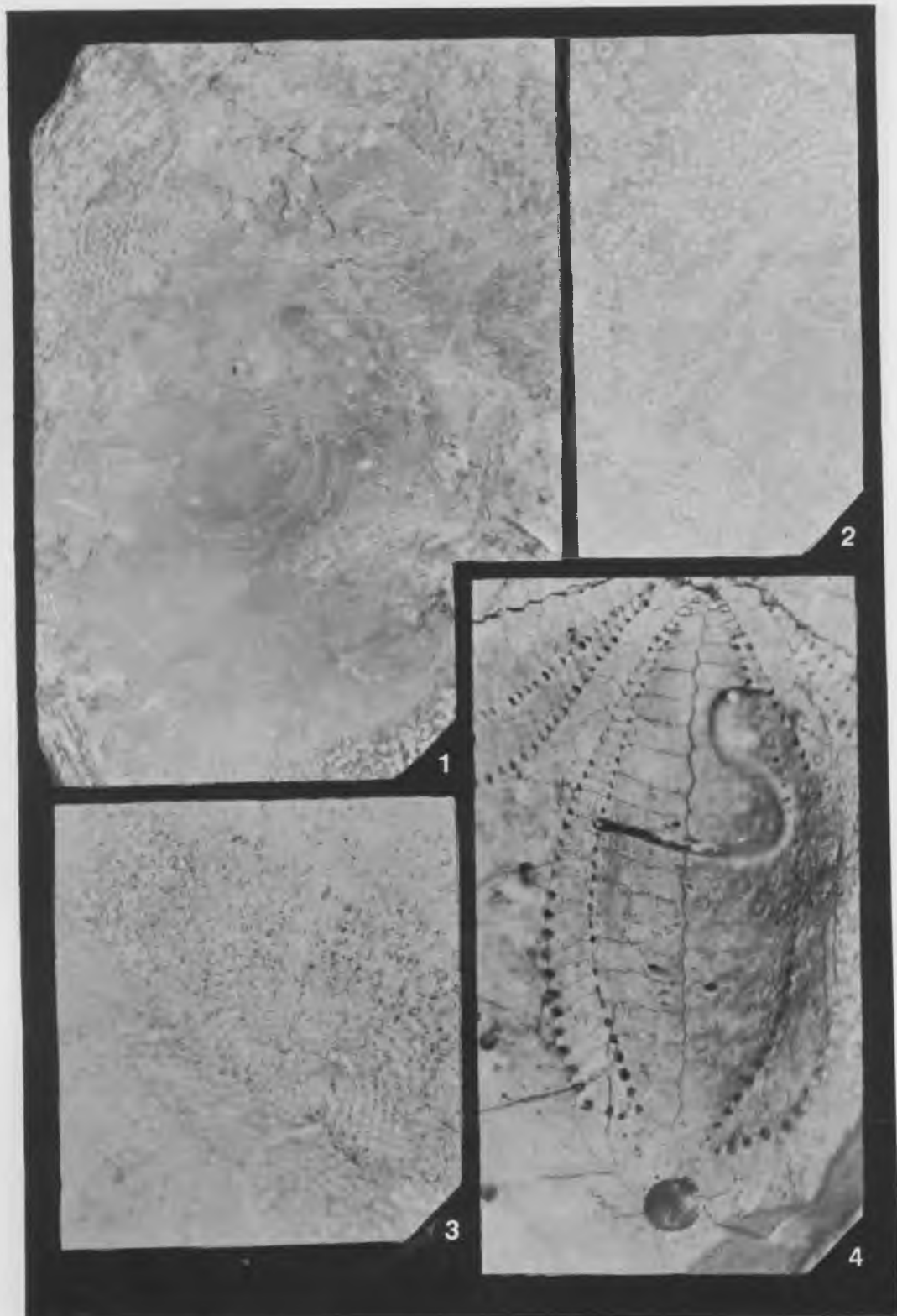


6

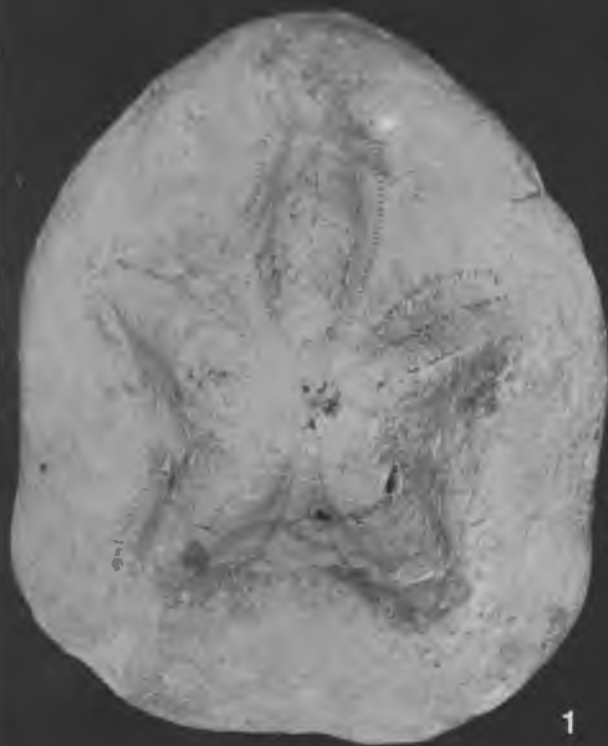


7

ТАБЛА II PLATE



ТАБЛА III PLATE



ТАБЛА IV PLATE



1



2