

## MESOZOIC ECHINODERMATA OF STARA PLANINA, EASTERN SERBIA

by

Jovanka Mitrović-Petrović\*

This work describes Echinodermata (Crinoidea and Echinoidea) from Triassic, Jurassic and Cretaceous sedimentary rocks of Stara planina. Ten Crinoidea (nine of which are first found in Serbia) and eighteen Echinoidea species (twelve for the first time found in Serbia) are identified. With the earlier known species, the complete list of echinoderms from Stara planina numbers 15 Crinoidea and 46 Echinoidea species.

Paleontological and paleoecological characteristics of fauna are considered.

Each species is photographed and shown in one of the plates at the end of the article.

**Key words:** Crinoidea, Echinoidea, Triassic, Jurassic, Cretaceous, stratigraphy, paleoecology, Stara Planina, Eastern Serbia.

У раду је приказана фауна Echinodermata (Crinoidea и Echinoidea) која потиче из тријаских, јурских и кредних седимената Старе планине. Идентификовано је 10 врста Crinoidea (од тога је девет врста по први пут нађено на територији Србије) и 18 врста Echinoidea од чега је дванаест по први пут идентификовано у Србији. Узимајући у обзир већ раније познате врсте комплетан списак ехинодермата са Старе планине састоји се од 15 врста Crinoidea и 46 врста Echinoidea.

Разматране су палеонтолошке и палеоеколошке одлике фауне.

Све врсте су фотографисане и приказане на таблама у прилогу.

**Кључне речи:** Crinoidea, Echinoidea, тријас, јура, креда, стратиграфија, палеоекологија, Стара планина, источна Србија.

### INTRODUCTION

Mesozoic units of Stara Planina are fossiliferous and well studied. Almost all groups of Mesozoic Invertebrata are found in them: Foraminifera, Infusoria, Radiolaria, Spongia, Anthozoa, Gastropoda, Bivalvia, Nautiloidea, Ammonoidea, Bryozoa, Brachiopoda, Crinoidea, and Echinoidea.

For detail information about Mesozoic rocks of Stara Planina, described by many authors the reader is referred to The Geology of Stara Planina – Stratigraphy (Andjelković et al., 1996) which gives complete list of references.

\* 14 Decembra 82, 11000 Belgrade.

Very rich collections of fossils have been assembled from Stara Planina during twenty–six years of continuous field investigation with undergraduates of regional geology and paleontology, the Faculty of Mining and Geology. The first published work concerned with echinoderms of Stara Planina alone is written by Mitrović–Petrović (1977). It deals only with Cretaceous echinoids. In the meantime, much more fossil material has been collected from Triassic, Jurassic, and Cretaceous rocks. Besides Echinoidea, many Crinoidea forms have been identified. Before that, few crinoid species had been known, represented only by columnal plates (Živanović, 1993; Mitrović–Petrović & Radulović, 1994; Andjelković et al., 1996).

Also, the number of localities where fossil fauna was found increased to eight from four wherefrom echinoid fauna was collected.

### FOSSIL LOCALITIES

The localities where echinoderm fauna was collected are: Vrelo, Petraš, Vladikina ploča, Dobri Dol, Gradište, Nišor, Skuvija and Grlja (Fig. 1).

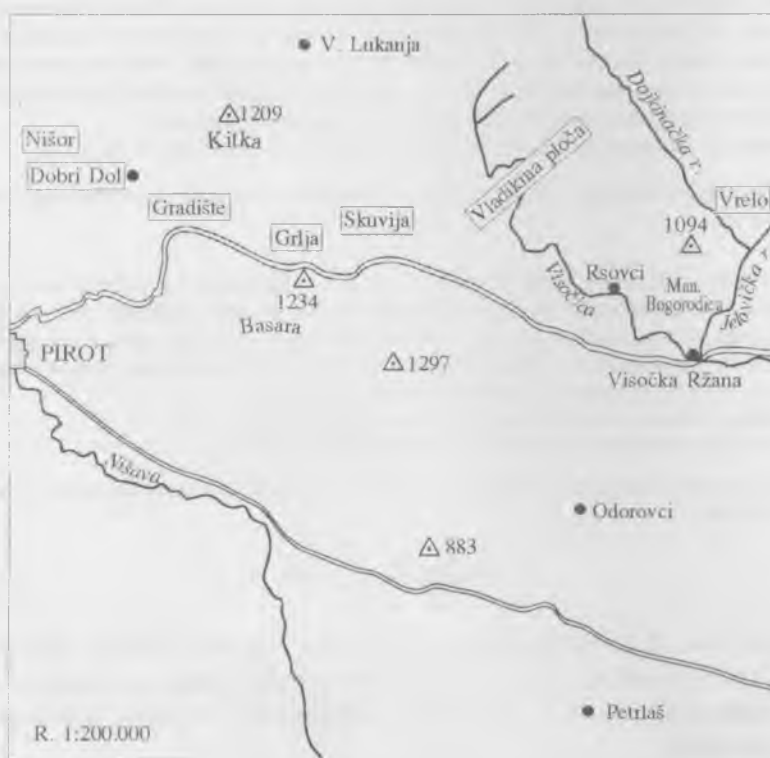


Fig. 1. Map showing positions of fossiliferous locality in Stara Planina Mountain.  
Сл. 1. Скица положаја фосилоносних локалитета на Старој планини.

As the localities of Vladikina Ploča, Gradište, and Skuvija are described in detail by Mitrović–Petrović (1977), Dobri Dol by the same author (1998), and Grlja by Mi-

trović–Petrović (1977) and Mitrović–Petrović & Radulović (1994), the remaining three localities will be presently described, and only lists will be given of the newly studied and identified Echinodermata from other localities.

**Vrelo.** Middle Triassic (Anisian) limestones are exposed at Vrelo, known under the name of Jelovica Limestones (after the village of Jelovica), and can be traced from Jelovica to Vrelo and further to the Sveta Bogorodica Monastery.

Lower part of the Jelovica Limestones in the Vrelo section contains a macro-association of dominating Bivalvia: *Lima radiata* (Goldfuss), *L. lineata* (Schlotheim), *Entolium discites* (Schlotheim), *Velopecten alberti* (Goldfuss), etc. (Andjelković et al., 1996).

Middle levels of the Jelovica Limestones are represented by dolomitic limestones overlain by yellowish argillaceous limestones, mostly thick-bedded or nodular. The most numerous in these limestones are brachiopods: *Decurtella decurtata* (Girard), *Coenothyris vulgaris* Schlotheim, etc.

The upper part of the Jelovica Limestones are dolomitic, in which smaller or larger stem fragments were found, and a numerosity of columnal plates of the species *Encrinurus liliformis* Lamarck. Limestone in which crinoid species for entire lumachelles (Pl. I, Fig. 1) is often referred to as crinoid limestone, although it contains other macro-faunal forms (brachiopods, gastropods) as well.

Below the Sveta Bogorodica Monastery, by the Vrelo–Visočka Ržana road, the Jelovica Limestones are overlain by Ladinian dolomites in unconformable relationship with Liassic sedimentary rocks.

**Petrlaš.** Echinoid fossils from Petrlaš locality were lent to me for study by J. Jankičević. According to Andjelković et al. (1996) and oral communication by J. Jankičević, these fossils are found in marly limestones and sandy limestones well exposed below the village school. The rocks contain brachiopods and bivalves in addition to echinoids. The identified echinoid species are: "*Cidaris*" *falsani* Dumortier, *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor, and the genus *Holectypus* whose specific identification was not possible. The entire association indicates the Liassic.

**Vladikina Ploča.** Detailed description of the locality and the section where fossils were collected is given by Mitrović–Petrović (1977). In this work, only those species will be mentioned which were found and studied after the publication of 1977, and the newly identified Crinoidea forms from the same locality.

Echinoidea: "*Cidaris*" *cydonifera* Agassiz, *Rhabdocidaris* cf. *tuberosa* Desor, *Hemipedina minima* Cotteau, *Goniopygus iniricatus* Agassiz and *Collirites ovulum* d'Orbigny.

Crinoidea: *Pentacrinites carinatus* Roemer, *Sclerocrinus mamakensis* Arendt, *S. rotundus* Arendt, *S. stramburgensis* (Jaekel), *Hemicrinus thersitis* (Jaekel) and *Phyllocrinus balbakensis* Arendt.

Most of echinoid species are stated in published literature to be Neocomian, whereas crinoids include forms of Valanginian, Hauterivian, or Barremian age.

Stratigraphic boundary between individual stages is not possible to place, because fauna was collected from marlstone debris and scree. Age of each species is given in the complete list of species at the end of the article.

**Dobri Dol.** This locality is described by Mitrović–Petrović (1998) in a contribution on the discovery of "*Cidaris*" *lardy* Desor, fossilised complete with spines, where other echinoids were not considered. The species also found in this locality are *Hemicidaris clunifera* Desor and *Echinobrissus (Trematopygus) olfersii* Desor. The former is stated to be Upper Neocomian and the latter Neocomian.

**Gradište.** The section at Gradište is also described by Mitrović–Petrović (1977). Additionally to echinoid species then studied, newly identified are: "*Cidaris*" *muricata* Roemer, *Tetragramma raulini* Desor, *T. caroli* Loriol, *Goniopygus peltatus* (Agassiz), and *Cyphosoma* cf. *loryi* Gras.

The newly identified crinoid species from this locality are: *Sclerocrinus nonpolitus* Arendt, *Cyrtocrinites variabilis* Arendt, *Pentacrinites buchi* Roemer and *P. arzierensis* Loriol.

Echinoid fauna is mainly found in northern Gradište slopes, and most of it is dated in publications as Upper Neocomian or Lower Urgonian.

Two species of *Pentacrinites* are assigned by Roemer (1841) to Lower Cretaceous, and the other two are Valanginian according to Arendt (1974). As majority of echinoderm and other faunas indicate younger sedimentary rocks (predominantly Barremian), the two crinoid species probably have a greater range. This is all the more so that Arendt (1974) mentions individual species which are found in Valanginian of Crimea and in younger rocks elsewhere in the world (e.g. *Sclerocrinus stramburgensis* (Jaekel) in Valanginian of Crimea, and in Neocomian of France).

**Nišor.** Barremian and Aptian Nišor Limestones, or "the limestone facies" (Andjelković, 1978), are uncovered in the village of Nišor (Andjelković et al., 1996). These limestones are of organic–reef origin and bear corals, pachyodont shells, and other faunal remains. Locally sandy limestones contain *Pseudocidaris clunifera* (Agassiz) Loriol of Aptian age.

**Skuvija.** The Skuvija section is described by Mitrović–Petrović (1977). To its list of identified echinoids presently are added *Goniopygus noguessi* Cotteau and *G. delphinensis* Gras characteristic of the Upper Neocomian and Lower Aptian.

**Grlja.** This is the only locality of Stara Planina where Upper Cretaceous echinoderms have been found. Cenomanian rocks in the sections are described by Mitrović–Petrović & Radulović (1994) and Turonian–Senonian section by Mitrović–Petrović (1977). Newly identified echinoid species are *Ovulaster gauthieri* Cotteau, *Hemimaster angustipneustes* Desor, *H. pullus* Stoliczka, and the genus *Echinocorys*. All of identified species indicate the Santonian.

## PRINCIPAL CHARACTERISTICS OF STUDIED FAUNA

### Paleontological Characteristics

**Crinoidea.** Ten Crinoidea species are identified, six of which are of the order Cyrtocrinida characterised by their very small size. Three species belong to Pentacrinitida and one to Encrinida.

The genus *Pentacrinites* is represented only by stem fragments or isolated columnal plates. Encrinus forms also are found only in stems or single columnal plates.

Unlike these, Cyrtocrinida representatives have preserved calyx or jointly calyx and stems.

The published information (Živanović, 1993; Mitrović–Petrović & Radulović, 1994; Andjelković et al., 1996) mentions five more crinoid species on Stara Planina, which makes a total of fifteen species.

**Echinoidea.** Echinoids are represented by eighteen species and two determined at the genus level (*Echinocorys* and *Holectypus*).

Regular echinoids are dominant; the incidence ratio 13:5 in favour of Regularia. The total number of identified species from Stara Planina is 31 regular and 15 irregular echinoids.

Regular echinoids considered in this article are largely represented by whole skeletons (*Goniopygus noguessi* Cotteau *G. intricatus* Agassiz, *G. delphinensis* Gras, *Tetragramma raulini* Desor, "*Cidaris*" *falsani* Dumortier, *Hemipedina minima* Cotteau, *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor. One specimen only is half a skeleton (*Cyphosoma* cf. *loryi* Gras) and one only skeleton plates *Rhabdocidaris* cf. *tuberosa* (Desor).

Four species are presented only in spicules: "*Cidaris*" *cydonifera* Agassiz, *Tetragramma caroli* (Loriol), *Hemicidaris clunifera* Desor, and *Goniopygus peltatus* Agassiz.

A far greater number of all regular echinoids are represented only by spicules (22 species out of 31), of which 20 species belong to the family Cidaridae.

Skeletons of irregular echinoids are mostly preserved, some being slightly damaged.

The complete list of Echinodermata, collected and treated from Mesozoic rocks of Stara Planina (list at the end of the article) indicates the following:

1. Six of the fifteen Crinoidea species have been known from the study region. The other nine were found for the first time not on Stara Planina alone, but on the whole territory of Serbia.

2. The known number of Echinoidea species totals 46 (31 regular and 15 irregular) twelve of which are first found in Serbia.

The species which were not known earlier from Mesozoic units of Serbia are marked by asterisks in the list at the end of the article.

3. Crinoidea are found in five and Echinoidea in seven localities. Most of Crinoidea (6) and Echinoidea (20) species are found in Vladikina Ploča. The second most fossiliferous is Gradište with 4 crinoid and 13 echinoid species. The third highest in Crinoidea is Vrelo (3 species) and Grlja in Echinoidea (7 species). These are followed by Crinoidea (2 species) in Grlja and Echinoidea (6 species) in Skuvija. Echinoids from Dobri Dol and Petlaš (two species in each), and crinoids (one species) from Lukanja are the fifth on the list. Finally, the sixth in echinoids is Nišor where only one species is found. Some of the species are found in more than one locality.

### Paleoecological Characteristics

Paleoecological characteristics of Cretaceous Echinoidea of Stara Planina are published by Mitrović–Petrović (1977). This work will additionally consider paleoecological features of Crinoidea, and of Triassic and Jurassic Echinodermata.

Only one crinoid genus, *Encrinus*, is from Triassic rocks of Vrelo where echinoids have not been found. *Encrinus* is characterised by strong skeleton, massive stem and arms which branch at the base into two without further ramification (a total of ten arms). This morphological feature indicates existence in shallow water on rocky floor, where water energy was high and consequently food supply abundant, and there was not the need for a greater arm branching. The strong currents are indicated by the fact that *Encrinus* is represented only by stems and columnal plates, whilst other skeletal elements were not found. Skeleton if perished animal rapidly disintegrated under wave impact. Crinoids found in dolomitic limestones indicate a rocky floor densely populated (whole lumachelles are formed of crinoid stems).

Two species of regular echinoids are formed in Liassic rocks at Petrlaš: "*Cidaris*" *falsyani* Dumortier and *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor, and a representative of irregular echinoids identified only at the genus level (*Holectypus* sp.).

Cidarids are known to have lived on a rocky floor and used their spines primarily for locomotion. Their environment was littoral and neritic areas.

For Vladikina Ploča locality, Mitrović–Petrović (1977) states on the basis of echinoids (primarily numerous Regularia) that it had rocky floor and small depth during the Lower Cretaceous. This is confirmed and additionally supported by the presence of Crinoidea dominantly of Cyrtocrinida order.

The main characteristic of Cyrtocrinida is their small size. The fossils are largely the preserved calyx or calyx and stem systems, without a single arm found. Another important characteristic is the frequent occurrence of fused stem columnals, in some examples boundaries between columnals are invisible (e.g. *Cyatocrinus variabilis* Arendt – Pl. I; Fig. 6, and *Hemicrinus thersites* (Jaekel) – Pl. I, Fig. 7). Arendt (1974) states that stem with fused columnals consists of two parts, the lower combined with the root and the upper with the calyx, either of which has plates completely united. These forms have calyx, stem and root all in "two articles", whereas arms are free, composed of rows of ossicles. This phenomenon, known as oligomerisation, is found only among Cyrtocrinida, and has not been noted in either crinoids or echinoderms in general.

The third essential morphologic characteristic is the reduced number of arms, or even their disappearance in some examples. Arendt (1974) writes that among Lower Cretaceous crinoids of Crimea, there are three-, two-, and one arm crinoids. The two–arm crinoids were unknown before. The pentaradial symmetry in these forms is replaced by bilateral symmetry.

A functional analysis of morphologic features gives an idea about the mode and conditions of Cyrtocrinida life.

Short stems, fused skeletal elements, their thickness, and general compactness of the structure are indications of the existence in comparatively shallow turbulent water abounding in calcium carbonate. The development of notably bilaterally symmetrical forms is an evidence of the habitat where water energy was high. The number of arms could not have been reduced where food was in short supply, because there were not water currents to bring the food.

The most typical habitats of cyrtocrinids, according to Arendt (1974), were areas of much differentiated sea floor with mounds and depressions and sea currents which carried microplankton (such places were suitable for building up of bioherms). Sediment deposition

was limited or none, and the floor was hard, rocky. Animals required normal salinity for their existence (as in the case of all echinoderms), well oxygenated and warm water. This is why they are common on reefs. However, they were often suppressed on reefs by fast development of corals and other reef-builders, and migrated onto the periphery of bioherms.

Another locality of quite numerous *Cyrtocrinida* is Gradište. Mitrović-Petrović (1977) states for this locality the exposed massive sandy limestones with pachyodont shells, corals, brachiopods, echinoids, and other faunas, which indicate their reef character (Urgonian deposits).

All the above stated about the paleoecological characteristics of *Cyrtocrinida* is consistent with this conclusion, if one bears in mind the reef-building conditions.

Table 1. List of the Mesozoic Crinoidea of Stara Planina, with indicated age and locality.

Табела 1. Списак мезозојских Crinoidea Старе планине са назначеном старошћу и местом налаaska.

Name of species (Назив врсте)	Age (Старост)	Locality (Локалност)
<i>Encrinus liliformis</i> Lamarck	Middle Triassic (средњи тријас)	Vrelo
<i>Encrinus schlotheimi</i> Quendstet	Middle Triassic (средњи тријас)	Vrelo
<i>Encrinus dubius</i> Goldfuss	Middle Triassic (средњи тријас)	Vrelo
<i>Sclerocrinus mamakensis</i> Arendt*	Lower Barremian (доњи барем)	Vladikina ploča
<i>Sclerocrinus nonpolitus</i> Arendt*	Valanginian (валендин)	Gradište
<i>Sclerocrinus rotundus</i> Arendt*	Barremian (барем)	Vladikina ploča
<i>Sclerocrinus strambergensis</i> (Jaekel)*	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
<i>Cyrtocrinus variabilis</i> Arendt*	Valanginian (валендин)	Gradište
<i>Phyllocrinus balbekensis</i> Arendt*	Upper Hauterivian (горњи отрив)	Vladikina ploča
<i>Hemicrinus thersites</i> (Jaekel)*	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
<i>Pentacrinites arzierensis</i> Loriol*	Neocomian (неоком)	Gradište
<i>Pentacrinites carinatus</i> Roemer	Lower and Upper Cretaceous (доња и горња креда)	Vladikina ploča, Grlja
<i>Pentacrinites nodulus</i> Roemer	Santonian (ценоман)	Grlja
<i>Pentacrinites buchi</i> Roemer*	Lower Cretaceous (доња креда)	Gradište
<i>Seriocrinus laevisutus</i> (Pompeckj)	Liassic (лјјас)	Velika Lukanja

\* The species marked by asterixes are for the first time found on the territory of Serbia.

\* Врсте обележене звездицом први пут су нађене на теренима Србије.

## CONCLUSION

Mesozoic sedimentary rocks of Stara Planina contain an abundant fauna of Echinodermata (*Crinoidea* and *Echinoidea*).

In this work, 10 *Crinoidea* and 18 *Echinoidea* species are identified. Of this number, 9 *Crinoidea* and 12 *Echinoidea* species are found for the first time in Serbia. Thus, 15 crinoid species are added to the earlier list of 5 crinoids, and the number of known echinoids increased from 28 to 46.

Most of the fauna (10 crinoid and 37 echinoid species) are extracted from Lower Cretaceous sedimentary rocks. The second most diverse are Upper Cretaceous forms (2 crinoid and 7 echinoid species), with one crinoid species found both in Lower and Upper Cretaceous. Only two *Echinoidea* and one *Crinoidea* species are from Jurassic (Liassic) rocks. Three crinoid species of the genus *Encrinus* are found in Triassic rocks.

The most numerous among Crinoidea are forms of Cyrtocrinida order. The preserved skeletal parts include only calyx, and joined calyx and stem in two cases (*Cyrtocrinus variabilis* Arendt and *Hemicrinus thersites* (Jaekel)). The genera *Encrinus* and *Pentacrinites* are represented only by stems and isolated columnal plates.

Among Echinoidea forms, Regularia are twice higher in incidence than Irregularia (31:15). Mostly (22 out of 31 species) only spines are preserved.

Table 2. List of the Mesozoic Echinoidea of Stara Planina, with indicated age and locality.

Табела 2. Списак мезозојских Echinoidea Старе планине са назначеном старошћу и местом налаaska.

Name of species (Назив врсте)	Age (Старост)	Locality (Локалитет)
" <i>Cidaris</i> " <i>pretiosa</i> Desor	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>ryzacantha</i> Gras	Hauterivian (отрив)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>pustulosa</i> Gras	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>cherenensis</i> Savin	Lower Hauterivian (доњи отрив)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>lardy</i> Desor	Neocomian, Urgonian (неоком, ургон)	Vladikina ploča, Skuvija
" <i>Cidaris</i> " <i>pilum</i> Michelin	Hauterivian (отрив)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>jauberti</i> Cotteau	Neocomian (неоком)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>frequens</i> Szorenyi	Lower Hauterivian (доњи отрив)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>punctatissima</i> Agassiz	Middle Neocomian (средњи отрив)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>cydonifera</i> Agassiz	Upper Neocomian (горњи неоком)	Vladikina ploča
" <i>Cidaris</i> " <i>pyrenaica</i> Cotteau	Neocomian, Urgonian (неоком, ургон)	Skuvija
" <i>Cidaris</i> " <i>cornifera</i> Agassiz	Barremian, Aptian (барем, апт)	Skuvija, Gradište
" <i>Cidaris</i> " <i>muricata</i> Roemer	Middle Neocomian (средњи неоком)	Gradište
" <i>Cidaris</i> " <i>falsani</i> Dumortier	Liassic (лијас)	Petrlaš
<i>Pseudocidaris clunifera</i> Agassiz	Neocomian, Barremian, Aptian (неоком, барем, апт)	Vladikina ploča, Nišor, Gradište
<i>Rhabdocidaris</i> cf. <i>tuberosa</i> Desor	Lower Neocomian (доњи неоком)	Vladikina ploča
<i>Acrocidaris meridanensis</i> Cotteau	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
<i>Hemicidaris clunifera</i> Desor	Upper Neocomian (горњи неоком)	Dobri Dol
<i>Tetragramma raulini</i> (Desor)	Valanginian, Urgonian (валендин, ургон)	Gradište
<i>Tetragramma caroli</i> Loriol	Valanginian (валендин)	Gradište
<i>Goniopygus noguesi</i> Cotteau	Upper Neocomian (горњи неоком)	Skuvija
<i>Goniopygus intricatus</i> Agassiz	Neocomian (неоком)	Vladikina ploča
<i>Goniopygus peltatus</i> Agassiz	Upper Neocomian (горњи неоком)	Gradište
<i>Goniopygus delphinensis</i> Gras	Lower Aptian (доњи апт)	Skuvija
<i>Peltastes lardyi</i> Cotteau	Lower Aptian (доњи апт)	Gradište
<i>Cyphosoma</i> cf. <i>loryi</i> Gras	Upper Neocomian (горњи неоком)	Gradište
<i>Hemipedina minima</i> Cotteau	Middle Neocomian (средњи неоком)	Vladikina ploča
<i>Hemidiadema rugosum</i> Agassiz	Upper Aptian (горњи апт)	Gradište
<i>Diademopsis serialis</i> (Ag.) Desor	Liassic (лијас)	Petrlaš



Table 2 (continued) – Табела 2 (наставак)

<i>Magnosia lens</i> Desor	Valanginian (валендин)	Vladikina ploča
<i>Orthopsis repellini</i> Cotteau	Neocomian, Urgonian (неоком, ургон)	Gradište
<i>Pygaster truncatus</i> Agassiz	Aptian, Cenomanian (апт, ценоман)	Skuvija
<i>Holactypus macropygus</i> Desor	Neocomian, Lower Aptian (неоком, доњи апт)	Vladikina ploča, Gradište
<i>Holactypus corallinus</i> d'Orbigny	Hauterivian, Lower Barremian (отрив, доњи барем)	Gradište
<i>Discoidea minima</i> Agassiz	Turonian (турон)	Grlja
<i>Pyrina pygaea</i> Agassiz	Hauterivian, Barremian, Aptian (отрив, барем, апт)	Gradište
<i>Pyrina cylindrica</i> Gras	Aptian (апт)	Skuvija
<i>Echinobrissus (Trematopygus) olfersii</i> Desor*	Neocomian (неоком)	Dobri Dol
<i>Ovulaster gauthieri</i> Cotteau*	Santonian (сантон)	Grlja
<i>Collirites ovulum</i> d'Orbigny*	Neocomian (неоком)	Vladikina ploča
<i>Guettaria angladoi</i> Gauthier	Senonian (сенон)	Grlja
<i>Toxaster retusus</i> Lamarck	Hauterivian (отрив)	Vladikina ploča
<i>Hemiaster cristatus</i> Stoliczka	Senonian (сенон)	Grlja
<i>Hemiaster sanio</i> Lambert	Upper Turonian (горњи турон)	Grlja
<i>Hemiaster pullus</i> Stoliczka	Santonian (сантон)	Grlja
<i>Hemiaster angustipneustes</i> Desor*	Santonian (сантон)	Grlja

\* The species marked by asterixes are for the first time found on the territory of Serbia.

\* Врсте обележене звездицом први пут су нађене на теренима Србије.

Paleoecological characteristics and living conditions are studied only for three localities: Vrelo, Petrlaš and Vladikina Ploča, because other localities were earlier studied for paleoecology. An exception is Vladikina Ploča for which earlier paleoecological study is now complemented with the morphofunctional analysis of Crinoidea.

Vrelo locality was characterised in the Middle Triassic by a hard, rocky floor, densely populated by a numerosity of *Encrinus* forms (entire lumachelles built up of crinoid stems). Water was shallow and currents strong.

Similar living conditions prevailed in Petrlaš during the Liassic. This is suggested by morphofunctional analysis of two echinoid species.

Paleoecological characteristics of numerous Cyrtocrinida forms at Vladikina Ploča indicate life in comparatively shallow, turbulent sea, rich in calcium carbonate. The sea floor was rocky, differentiated, with numerous mounds and depressions. Sediment deposition was limited or there was not any. Salinity was normal, water oxygenation very good, and water temperature fairly high (suitable for reef building).

**Acknowledgements.** I am grateful to J. Jankičević for lending me the material from Petrlaš locality, and to all colleagues and students who helped me collecting Echinodermata over many years.

## REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Andjelković M., 1978: Stratigrafija Jugoslavije– Paleozoik i mezozoik.– "Minerva", 1–1017, Subotica (in Serbian Cyrillic).
- Andjelković M., Mitrović-Petrović J., Jankičević J., Rabrenović D., Andjelković J. & Radulović V., 1996: Geology of Stara Planina – Stratigraphy.– Univ. Beogradu, Rud. –geol. fak., Inst. reg. geol. i paleontol., 1–247, Beograd (in Serbian, English summary).
- Arendt Ū. A., 1974: The sea lilies Cyrtocrinids.– Nauka, 1–251, Moskva (in Russian).
- Mitrović-Petrović J., 1977: Cretaceous Echinoids of Stara Planina.– Geol. an. Balk. poluos., 41, 181–202, Beograd (in Serbian, English Summary).
- Mitrović-Petrović J., 1998: Cidarida Fossilized with Spines from Barremian–Aptian Rocks of Stara Planina, Eastern Serbia.– Ibid., 62, 123–131, Beograd (in Serbian and English).
- Mitrović-Petrović J. & Radulović V., 1994: Fossil Fauna from Cenomanian Tuffite Beds of Grlja (Stara Planina Mountain, Eastern Serbia). – Ibid., 58/1, 119–138, Beograd (in Serbian and English).
- Roemer F.A., 1841: Die Versteinerungen des Nord Deutschen Kreidebirges 2, 49–145, Hannover.
- Živanović M., 1993: Paleocological and Taphonomic Analyses of Liassic Fauna from Stara Planina.– Geol. an. Balk. poluos., 57/2, 179–198, Beograd (in Serbian and English).

## РЕЗИМЕ

МЕЗОЗОЈСКИ ECHINODERMATA СТАРЕ ПЛАНИНЕ  
(ИСТОЧНА СРБИЈА)

## УВОД

Мезозојски терени Старе планине су добро проучени и веома фосилоносни. У њима су нађене готово све групе мезозојских Invertebrata: Foraminifera, Infusoria, Radiolaria, Spongia, Anthozoa, Gastropoda, Bivalvia, Nautuloidea, Ammonoidea, Bryozoa, Brachiopoda, Crinoidea и Echinoidea.

С обзиром на велики број аутора који су проучавали мезозојске седименте Старе планине читаоци се упућују на Геологију Старе планине– Стратиграфија (Andjelković et al., 1996.) где је дата комплетна библиографска листа.

Будући да је Стара планина полигон на коме се већ 26 година без прекида обавља теренска настава са студентима Рударско–геолошког факултета, Смер за регионалну геологију и палеонтологију, сакупљене су веома богате збирке фосила. Први рад који је посвећен искључиво проучавању ехинодермата Старе планине објавила је Mitrović-Petrović (1977), и односи се само на ехиниде кредне старости. У међувремену је сакупљено још много материјала који потиче из тријаских, јурских и кредних седимената. Поред Echinoidea идентификован је и већи број представника Crinoidea. До сада је било познато само неколико врста кринова представљених искључиво плочицама дршке (Živanović, 1993; Mitrović-Petrović & Radulović, 1994; Andjelković et al., 1996).

Поред тога и број локалитета из којих фауна потиче је знатно увећан (укупно 8, док је раније обрађена ехинидска фауна сакупљена само из 4 локалитета). Ехинодермати су сакупљени из следећих локалитета: Врело (тријас), Петрлаш (лијас), Владикина плоча, Добри дол, Градиште, Нишор, Скувија (све доња креда), и Грља (горња креда) (сл. 1).

Стратиграфске и литолошке одлике локалитета из којих је сакупљена фауна ехинодермата приказане су у енглеском тексту.

## ГЛАВНЕ ОДЛИКЕ ПРОУЧАВАНЕ ФАУНЕ

### Палеонтолошке одлике

**Crinoidea.** Идентификовано је 10 врста Crinoidea од чега 6 припада реду Cyrtocrinida чији се представници одликују врло малим димензијама. Pentacrinidima припадају три врсте а Encrinidima једна врста.

Род *Pentacrinites* је представљен само деловима дршке или изолованим плочицама дршке. Од рода *Encrinus* такође су сачуване само дршке или поједине плочице које улазе у састав дршке.

Насупрот томе, код представника Cyrtocrinida сачуване су чашице или чашице заједно са дршком.

Према подацима из литературе (Živanović, 1993; Mitrović–Petrović & Radulović, 1994; Andjelković et al., 1996) на теренима Старе планине се помиње присуство још пет криноидских врста, тако да се целокупан списак састоји од 15 врста.

**Echinoidea.** Ехиниди су заступљени са 18 врста док су два представника одређена само на нивоу рода (*Echinocorys* и *Holectypus*).

Правилни јежеви доминирају и њихов однос је 13:5 у корист Regularia. Ако се узму у обзир све до сада познате врсте са Старе планине број правилних јежева је 31, а неправилних 15.

Правилни јежеви приказани у овом раду су представљени у највећем броју случајева целим скелетима (*Gonopygus noguesi* Cotteau, *G. intricatus* Agassiz, *G. delphinensis* Gras, *Tetragramma raulini* Desor, "*Cidaris*" *falsani* Dumortier, *Hemipedinina minima* Cotteau, *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor). У једном случају сачувано је само пола скелета (*Cyphosoma* cf. *loryi* Gras) а у другом само плочице скелета (*Rhabdocidaris* cf. *tuberosa* Desor).

Код четири врсте сачуване су само бодље, "*Cidaris*" *cydonifera* Agassiz, *Tetragramma caroli* (Lorigol), *Hemicidaris clunifera* Desor и *Gonopygus peltatus* Agassiz.

Увидом у целокупан списак правилних јежева произилази, међутим, да је далеко највећи број Regularia представљен само бодљама (22 врсте од укупно 31). Од тога броја 20 припада фамилији Cidaridae.

Код неправилних јежева скелети су махом у потпуности сачувани, понекад са малим оштећењима.

Комплетан списак Echinodermata до сада сакупљених и обрађених из мезозојских седимената Старе планине (списак је на крају енглеског текста) указује на следеће:

1. Од 15 врста Crinoidea 6 је до сада било познато из проучаваних области. Осталих 9 врста је по први пут нађено не само на територији Старе планине, већ и на територији целе Србије.

2. Укупан број до сада познатих врста Echinoidea је 46 (31 правилних и 15 неправилних) од чега је 12 први пут констатовано у Србији.

Врсте које до сада нису биле познате из мезозојских терена Србије означене су звездом у списку на крају енглеског текста.

3. Crinoidea потичу из 5 а Echinoidea из 7 локалитета. При томе, највећи број врста како Crinoidea (6), тако и Echinoidea (20) нађен је у локалитету Владикина плоча. На другом месту је Градиште са 4 криноидске и 13 ехинидских врста. На трећем месту су Crinoidea у Врелу (3 врсте), а Echinoidea у Грљи (7 врста). Четврто место

Crinoidea припада локалитету Грља (2 врсте), а Echinoidea локалитету Скувија (6 врста). Ехиниди Доброг дола и Петрлаша су на петом месту (у сваком су нађене по две врсте), док су Crinoidea из Лукање на петом месту (једна врста). Најзад, шесто место код ехинида заузима Нишор, одакле потиче само једна врста.

Треба напоменути, при том, да су неке врсте нађене у више локалитета.

### Палеосколошке одлике

Како су палеоеколошке одлике кредних Echinoidea Старе планине разматране у раду Mitrović–Petrović (1977), овде ћемо та разматрања допунити проучавањем палеоеколошких одлика Crinoidea, као и палеоеколошким одликама тријаских и јурских Echinodermata.

Из тријаских седимената Врела потиче само један криноидски род – *Encrinus*, док ехиниди уопште нису нађени. *Encrinus* се одликује снажним скелетом, масивном дршком и ручицама које се у самој основи рачвају на два дела и даљих разграновања нема (тако да је укупан број ручица 10). Овакве морфолошке карактеристике указују на живот на стеновитом дну у плиткој води чији су покрети били снажни, тако да је приликом хране био изобилан, те није било потребе за већим разграновањем ручица. На снажне покрете воде указује и чињеница да је *Encrinus* представљен само дршкама и плочицама које улазе у састав дршке, док остали делови скелета нису нађени. После угинућа животиње скелет је брзо био дезинтегрисан под снажним ударима таласа. Налазак кринова у доломитичним кречњацима указује на стеновито дно које су густо насељавали (читаве лумакеле су изграђене од криноидских држака).

У лијаским седиментима Петрлаша нађене су две врсте правилних јежева; "*Cidaridaris*" *falsant* Dumortier и *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor, као и један представник неправилних јежева идентификован само на нивоу рода (*Holectypus* sp.).

За цидариде се зна да за свој опстанак траже чврсто – стеновито дно по коме се крећу првенствено помоћу својих примарних бодљи. Становници су приобалске и неритске области.

За локалитет Владикина плоча Mitrović–Petrović (1977) на основу ехинида (пре свега великог броја Regularia) наводи да се у току доње креде одликовао стеновитим дном и малом дубином. Налазак Crinoidea, претежно из реда Cyrtocrinida потврђује и допуњава овај закључак.

Главна одлика Cyrtocrinida је да су врло малих димензија. У највећем броју случајева сачувана је чашица или чашица са дршком, док ручице уопште нису нађене. Друга врло значајна карактеристика је честа појава срашћивања чланака дршке, тако да се у неким случајевима границе између чланака уопште не виде (нпр. код врсте *Cyrtocrinus variabilis* Arendt – Таб. I, сл. 6 и *Hemicrinus thersites* (Jaekel) – Таб. I, сл. 7). Arendt (1974) наводи да се при срашћивању чланака дршка дели на два дела са сучељавањем по средини. Нижи део сраста са кореном а горњи са чашицом, чије су плочице такође потпуно срасле. Чашица, дршка и корен код таквих форми представљају свега "два чланка", док су ручице остале покретне и свака се састојала од низа чланака. Ова појава која је иначе позната под називом олигомеризација среће се искључиво код представника реда Cyrtocrinida и није запажена ни код других кринова ни код ехинодермата уопште.

Трећа битна морфолошка карактеристика састоји се у смањењу броја руку, а у неким случајевима је дошло до њиховог потпуног ишчезавања. Arendt (1974)

износи да међу доњокредним криновима Крима има троруких, дворуких и једноруких кринова. При томе, истиче, да дворуки кринови раније уопште нису били познати. Петозрачна симетрија је код њих замењена билатералном.

На основу функционалне анализе морфолошких особености може се добити представа о начину и условима живота *Cyrtocrinida*.

Кратке дршке, срастање скелетних елемената, њихова задебљалост и општа компактност грађе говоре о животу у сразмерно плиткој, покретној води богатој калцијум карбонатом. Развитак многих форми са великим степеном билатералне симетрије говори о животу на местима са израженим снажним покретима воде. До смањења броја руку не би могло да дође при недовољној количини хране у месту живљења и без струјања воде која ту храну доноси.

По Arendt-у (1974) најтипичнија станишта циртокринида су били делови јако издиференцираног морског дна са узвишењима и увалама и знатном покретљивошћу воде која је доносила микропланктон (таква места су била погодна и за образовање биохерма). Овде је таложење седимената било врло ограничено или га уопште није било и постојало је тврдо, каменито дно. При томе су за свој опстанак тражили нормалан салинитет (што је случај са свим ехинодерматима), добру аерацију и топлу воду. Због тога је њихова појава честа и на спрудовима. На спрудовима су, међутим, често били угрожени снажним развићем корала и других градитеља спрудова, па су се стога често селили у ободне делове биохерма.

Други локалитет где су представници *Cyrtocrinida* доста бројни је Градиште. Mitrović-Petrović (1977) наводи да су у овом локалитету откривени масивни песковити кречњаци, са пахиодонтним шкољкама, коралима, брахиоподима, јежевима и др. фауном, што указује на спрудни карактер (ургонски седименти).

Све што је до сада речено о палеоеколошким одликама *Cyrtocrinida* у потпуно је сагласности са овим закључком, када се има у виду који су услови потребни за формирање спрудова.

## ЗАКЉУЧАК

Мезозојски седименти Старе планине садрже богату фауну Echinodermata (*Crinoida* и *Echinoidea*).

У овоме раду идентификовано је 10 врста *Crinoida* и 18 врста *Echinoidea*. Од тога је 9 врста *Crinoida* и 12 врста *Echinoidea* по први пут нађено на теренима Србије. Тиме је списак од 5 раније познатих врста кринова допуњен на 15 врста, а број од 28 већ познатих врста ехинида попео се на 46.

Највећи део фауне потиче из доњокредних седимената (10 криноидских и 37 ехинидских врста). На другом месту су горњокредни представници (2 криноидске и 7 ехинидских врста), с тим што се једна криноидска врста среће како у доњој тако и у горњој креди. Из јурских (лијаских седимената) потичу само две врсте *Echinoidea* и једна врста *Crinoida*. У тријаским седиментима су нађене три врсте криноидског рода *Encrinus*.

Од *Crinoida* су најбројнији представници реда *Cyrtocrinida*. Од њихових делова скелета сачуване су само чашице, а у два случаја (*Cyrtocrinus variabilis* Arendt, и *Hemicrinus thersites* Jaekel) чашица заједно са дршком. Родови *Encrinus* и *Pentacrinites* представљени су само дршкама и изолованим плочицама које улазе у састав дршке.

Међу представницима *Echinoidea Regularia* има приближно двоструко више од *Irregularia* (31:15). У највећем броју случајева 22 од укупно 31 врсте сачуване су само бодље.

Палеоеколошке одлике фауне и реконструкција животних услова проучавани су само за три локалитета: Врело, Петрлаш и Владикина плоча, јер су остали локалитети већ раније проучени са палеоеколошког становишта. Изузетак је Владикина плоча пошто су ранија палеоеколошка проучавања на основу Echinoidea сада допуњена и морфофункционалном анализом Crinoidea.

Локалитет Врело се у средњем тријасу одликовао чврстим, стеновитим дном које је било густо насељено бројним индивидуама рода *Encrinus* (читаве лумакеле су изграђене од криноидских дршке). Вода је била плитка, а покрети воде веома снажни.

Слични животни услови владали су и у локалитету Петрлаш за време лијаса. На овај закључак наводи морфофункционална анализа 2 врсте јежева.

Палеоеколошке особине бројних представника Cyrtocrinida у локалитету Владикина плоча говоре о животу у сразмерно плиткој, покретној, води, богатој калцијум карбонатом. Морско дно је било стеновито и издиференцирано са бројним узвишењима и увалама. Таложење седимента је било ограничено или га уопште није било. Салинитет је био нормалан, асрација воде врло добра, а температура воде доста висока (погодна за формирање спрудова).

**Захвалница.** Захваљујем колеги Ј. Јапкичевићу на уступљеном материјалу из локалитета Петрлаш, као и свим колегама и студентима који су ми током низа година помагали у сакупљању Echinodermata.

## PLATE I ТАБЛА

- Fig. (Сл.) 1. Lumachelle with (лумакела са) *Encrinus liliformis* Agassiz,  $\times 1$ .  
1a. Part of column (део дршке),  $\times 1$ .
- Fig. (Сл.) 2. *Sclerocrinus mamakensis* Arendt  
Calyx, upper side (горња страна чашице),  $\times 2$ .  
2a. Calyx, lower side (доња страна чашице),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 3. *Sclerocrinus nonpolitus* Arendt  
Calyx, upper side (горња страна чашице),  $\times 2$ .  
3a. Calyx, lower side (доња страна чашице),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 4. *Serocrinus strambergensis* (Jaekel)  
Calyx, upper side. (горња страна чашице),  $\times 2$ .  
4a. Calyx, lower side. (доња страна чашице),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 5. *Sclerocrinus rotundus* Arendt  
Calyx, upper side (горња страна чашице),  $\times 2$ .  
5a. Calyx, lower side (доња страна чашице),  $\times 2$ .  
5b. Calyx, lateral side (бочна страна чашице),  $\times 2$ .  
5c. Plate of stalk (плочица дршке),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 6. *Cyrtocrinus variabilis* Arendt  
Calyx with stalk, front side (чашица са дршком, предња страна),  $\times 2$ .  
6a. Calyx with stalk, lateral side (чашица са дршком, бочна страна),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 7. *Hemicrinus thersites* (Jaekel)  
Calyx with stalk, front side (чашица с дршком, предња страна),  $\times 2$ .  
7a. Calyx with stalk, lateral side (чашица с дршком, бочна страна),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 8. *Pentacrinus arzierensis* Loriol  
Stalk (дршка),  $\times 2$ .  
8a. Plate of stalk (плочица дршке),  $\times 2$ .

- Fig. (Сл.) 9. *Pentacrinites buchi* Roemer  
Stalk (дршка),  $\times 2$ .  
9a. Plate of stalk (плочица дршке),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 10. *Pentacrinites carinatus* Roemer  
Stalk (дршка),  $\times 2$ .  
10a. Plate of stalk (плочица дршке),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 11. *Phyllocrinus balbekensis* Agendt  
Calyx, upper side (горња страна чашице),  $\times 2$ .  
11a. Calyx, lower side (доња страна чашице),  $\times 2$ .

Photo: V. Radulović (Фотографија: В. Радуловић)

## PLATE II ТАБЛА

- Fig. (Сл.) 1. "*Cidaris*" *falsani* Dumortier  
Aboral side (аборална страна),  $\times 1$ .  
1a. Oral side (орална страна),  $\times 1$ .  
1b. Lateral side (профил),  $\times 1$ .
- Fig. (Сл.) 2. "*Cidaris*" *cydonifera* Agassiz  
Spine (бодља),  $\times 1,3$ .
- Fig. (Сл.) 3. *Rhabdocidaris* cf. *tuberosa* Desor  
Interambulacral plate (интерамбулакрална плочица),  $\times 2$
- Fig. (Сл.) 4. *Hemicidaris clunifera* Desor  
Spine (бодља),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 5. *Pseudodiadema raulini* Desor  
Aboral side (аборална страна),  $\times 1,3$ .  
5a. Lateral view (профил),  $\times 1,3$ .  
5b. Oral side (орална страна),  $\times 1,3$ .
- Fig. (Сл.) 6. *Pseudodiadema caroli* Loriol  
Spine (бодља),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 7. *Cyphosoma* cf. *loryi* Gras  
Aboral side (аборална страна),  $\times 1$ .  
7a. Lateral view (профил),  $\times 1$ .
- Fig. (Сл.) 8. *Goniopygus peltatus* Agassiz  
Spine (бодља),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 9. *Hemipedina minima* Cotteau  
Aboral side (аборална страна),  $\times 2$ .  
9a. Lateral view (профил),  $\times 2$ .  
9b. Oral side (орална страна),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 10. *Goniopygus delphinensis* Gras  
Aboral side (аборална страна),  $\times 1,3$ .  
10a. Lateral view (профил),  $\times 1,3$ .
- Fig. (Сл.) 11. *Goniopygus noguei* Cotteau  
Aboral side (аборална страна),  $\times 2$ .  
11a. Lateral side (профил),  $\times 2$ .  
11b. Oral side (орална страна),  $\times 2$ .
- Fig. (Сл.) 12. *Goniopygus intricatus* Agassiz  
Aboral side (аборална страна),  $\times 2$ .  
12a. Oral side (орална страна),  $\times 2$ .  
12b. Lateral view (профил),  $\times 2$ .

- Fig. (Сл.) 13. *Hemiaster cristatus* Stoliczka  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 13a. Lateral view (уздужни профил), ×1.  
 13b. Posterior view (попречни профил), ×1.

Photo: V. Radulović (Фотографија: В. Радуловић)

### PLATE III ТАБЛА

- Fig. (Сл.) 1. *Diademopsis serialis* (Agassiz) Desor  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 1a. Lateral side (профил), ×1.
- Fig. (Сл.) 2. *Hemiaster angustipneustes* Desor  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 2a. Lateral side (уздужни профил), ×1.
- Fig. (Сл.) 3. *Echinobrissus (Trematopygus) olfersii* Desor  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 3a. Oral side (орална страна), ×1.  
 3b. Lateral side (уздужни профил), ×1.  
 3c. Posterior side (попречни профил), ×1.
- Fig. (Сл.) 4. *Collirites ovulum* d'Orbigny  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 4a. Oral side (орална страна), ×1.  
 4b. Lateral side (уздужни профил), ×1.  
 4c. Posterior side (попречни профил), ×1.
- Fig. (Сл.) 5. *Ovulaster gauthieri* Cotteau  
 Aboral side (аборална страна), ×1.  
 5a. Lateral side (уздужни профил), ×1.  
 5b. Posterior side (попречни профил), ×1.
- Fig. (Сл.) 6. *Hemiaster pullus* Stoliczka  
 Aboral side (аборална страна), ×2.  
 6a. Lateral side of another specimen (уздужни профил другог примерка), ×2.  
 6b. Aboral side of another specimen (аборална страна другог примерка), ×2.

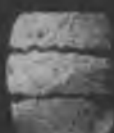
Photo: V. Radulović (Фотографија: В. Радуловић)



PLATE I ТАБЛА



1



1a



2



2a



3



3a



4



4a



5



5a



5b



5c



6



6a



7



7a



8



9



10



8a



9a



10a



11



11a

PLATE II ТАБЛА

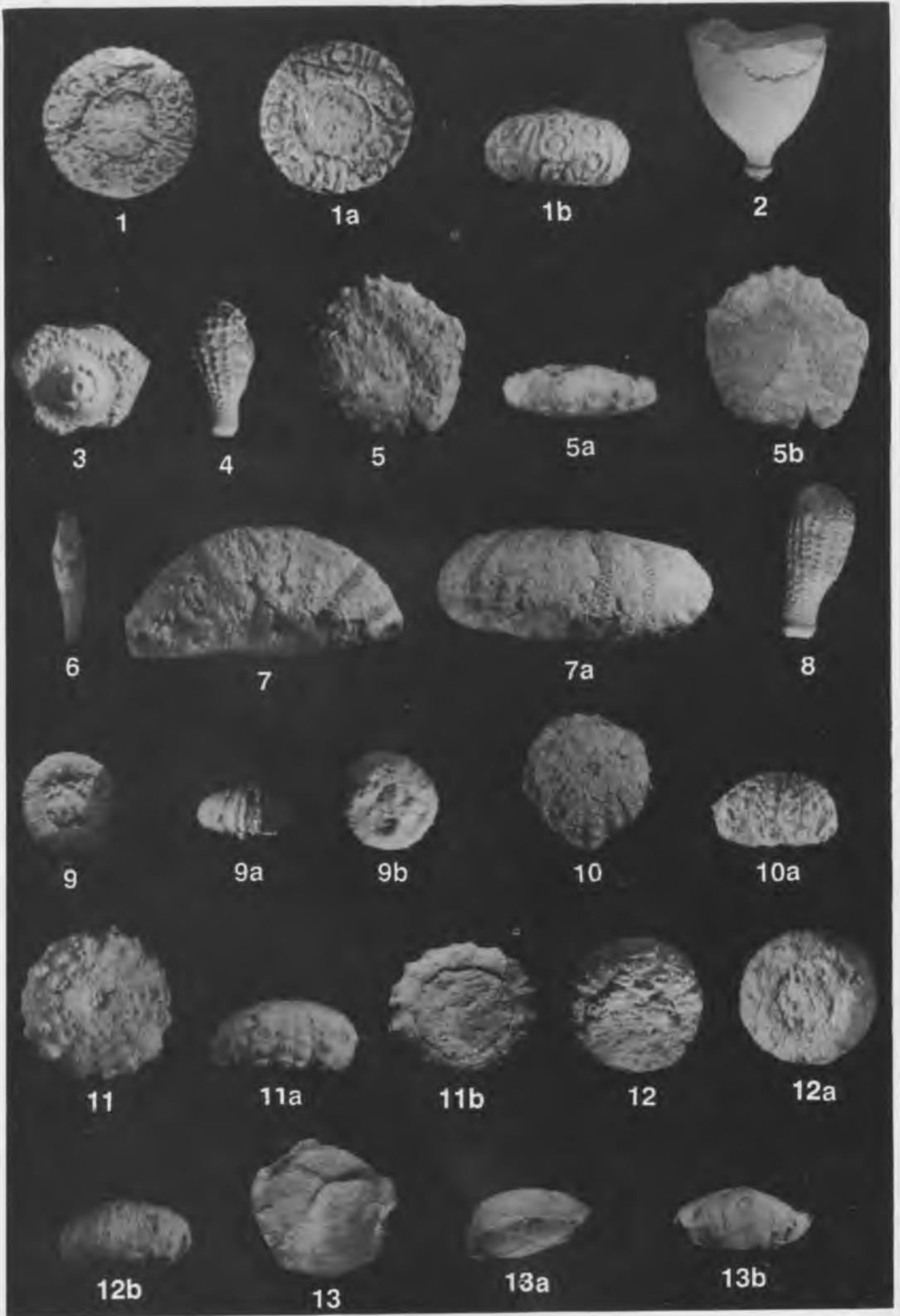


PLATE III ТАБЛА



1



1a



2



2a



3



3a



3b



3c



4



4a



4b



4c



5



5a



5b



6



6a



6b