

| | | | | |
|--|----|---|---------|---|
| Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk. | 61 | 1 | 203-220 | Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997 |
|--|----|---|---------|---|

УДК 561.26:551.734(497.11-11)

Оригинални научни рад

ПАЛИНОМОРФЕ ИЗ ДЕВОНСКИХ СЕДИМЕНАТА ОКОЛИНЕ ЗВОНАЧКЕ БАЊЕ (ИСТОЧНА СРБИЈА)

од

Славице Ђајић* и Марка Ерцеговца**

У раду се приказују први резултати проучавања спора и фитопланктонских остатака, који припадају групи акритарха, из морских седимената старијег палеозонка околине Звоначке бање (источна Србија). Анализиран микрофлористички материјал потиче из префлишних (Варнице) и флишних седимената (долина Јерме). Овим анализама обухваћени су девонски седименти који се у стубу налазе између граптолитских шкриљаца *Hebgnicus* зоне (у бази) и седимената доњег карбона (визе). Старост проучаване секвенце одређена је на основу фауне граптолита, тентакулига, ламелибранхиата, конодоната и макрофлоре *Cyclostigma*-*Archaeopteria*-типа. На основу постигнутих резултата палеопалинолошких испитивања омогућено је прецизније биостратиграфско рашчлањавање девонских седимената околине Звоначке бање.

Кључне речи: споре, акритархе, девон, Звоначка бања, источна Србија.

На простору југоисточне Србије изузетно велико распрострањење имају девонски седименти (од Нишаве па јужно до бугарске границе). Они су у литолошком, тектонском и палеонтолошком погледу веома интересантни и стога су били предмет проучавања већег броја аутора са различитих аспеката. Најпотпунији опис девонских седимената Влашке и Гребена дали су Крстић и Масларевић (1989) у оквиру регионалних испитивања седимената морског палеозонка између Нишаве и Руја. Овој зони припадају профили девонских седимената са брда Варнице и из долине Јерме, који су палинолошки проучавани у овом раду.

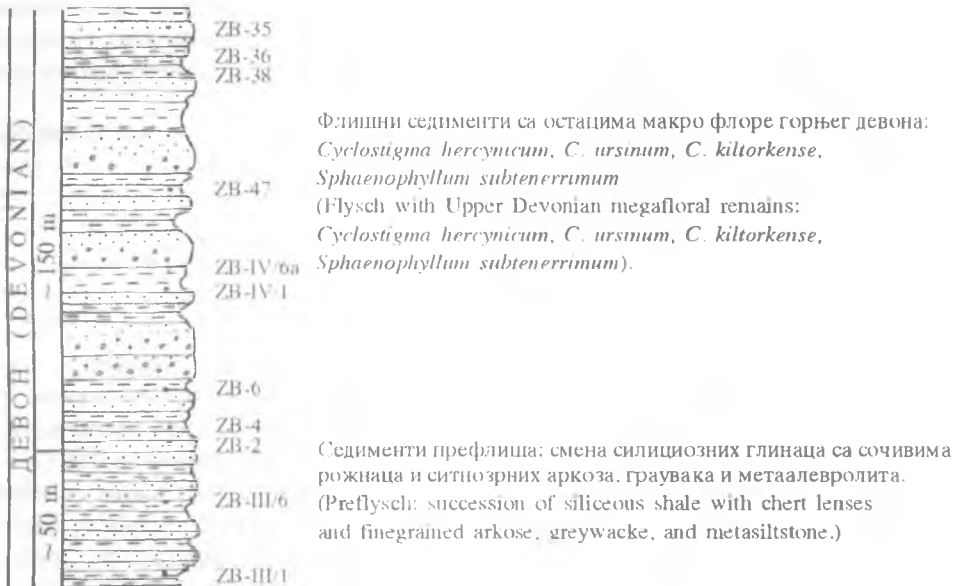
Са простора шире околине Звоначке бање испитан је велики број узорака (око 100). Прикупљени узорци су детаљно обрађени применом савремених метода мацерације и оксидације. С обзиром на висок степен термичких промена испитиваних седимената и после примене агресивних метода оксидације велики број палиноморфа је остао црн и невидан. Ово је свакако отежавало детерминацију родова и врста, као и прецизности одредбе неких таксона. Међутим, значајан број спора, као и планктонских палиноморфа је детерминисан тако да су установљене карактеристичне асоцијације палиноморфа за доњи и горњи девон, које се могу користити при будућим испитивањима девонских седимената на ширем простору источне Србије.

* Геолошки завод "Темини", Карађорђева 48, Београд.

** Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, Каменичка 6, Београд.

Укупна дебљина седимената префлиша износи око 120 m. Палинолошка испитивања су извршена на 48 узорака од којих је мањи број дао задовољавајући садржај палиноморфе. Идентификовани су следећи родови и врсте:

Baltisphaeridium sp., *Multiplicisphaeridium* cf. *cladum* Eisenack, 1969, *M. imitatum* Lister, 1970, *Diexalophasis* cf. *denticulata* Loeblich, 1970, *Cymbosphaeridium pilaris* Cramer, 1964, *Veryhachium trispinosum* Deunff, 1954, *Solisphaeridium spinoglobosum* Wicander, 1974, *Hystrichosphaeridium* sp. (cf. *semanticus* Tschibrikova), *Trachypso-sphaera uspenskae* Timofeev, 1959, *Leiolusa filifera* Downie, 1959, *Leiotrilites* sp. (cf. *Archaeotrilites villosus* Tschibrikova), *Hystrichosporites corystus* Richardson, 1962, *Biomatispora* sp., *Brochotriletes hudsonii* McGregor, 1973, *B. sanpetrense* Rodriguez, 1978, *B. zvevolatus* Naumova, 1953, *B. cf. robustus* McGregor, 1973, *Brochotriletes* sp., *Dictyotriletes* cf. *gorgoneus* Cramer, 1966, *D. cf. nigratus* Naumova, 1953, *Raistrickia* sp., *Convolutispora* sp. (cf. *C. tegula*) и *Retialetes* sp.



Сл. 2. Геолошки стуб префлишних и флишних седимената околине Звоначке бање (Крстић и Масларевић, 1989).

Fig. 2. Columnar section through preflysch and Flysch of Zvonacka Banja area (Krstić and Maslarević, 1989).

Из анализе добијеног палиноснектра може се закључити да се у префлишним седиментима налазе мешовите асоцијације у којима су присутне планктонске палиноморфе, споре копнених биљака, као и други органски остаци.

Планктонске палиноморфе чине представници акритарха и то углавном облици из групе Acanthomorphae (*Baltisphaeridium*, *Solisphaeridium*, *Hystrichosphaeridium*, *Multiplicisphaeridium*, *Cymbosphaeridium* и *Diexalophasis*); ређе се јављају представници других група: Polygonomorphae (*Veryhachium*) и Netromorphae (*Leiolusa*). Један број детерминисаних врста има широко биостратиграфско распрострањење, од си-

лура до краја девона, док врсте као што су *Solisphaeridium spinoglobosum*, *Cymbosphaeridium pilaris*, *Diexalophasis denticulata* и *Leiofusa filifera* имају максимално распрострањење у доњем девону.

Поред планктонских палиноморфа у асоцијацији су присутни и бројни остаци спора копнених биљака и то велики број врста родова *Brochotriletes*, затим *Dictyotriletes*, *Leiotriletes* и др. Сви детерминисани родови и врсте карактеристични су за доњи и средњи девон. На основу врста као што су *Brochotriletes hudsonii*, *B. foveolatus*, *B. robustus*, *B. sanpetrense*, *Biomatispora* sp., *Dictyotriletes nigratus* и *D. gorgoneus*, чији максимум егзистенције одговара палинозонама *polygonalis-emsiensis* и *annulatus-sexantii* (Richardson & McGregor, 1986), може се закључити да детерминисани микрофлористички остаци из префлишних седимената припадају специфичној флори која је насељавала обод депозиционог басена током доњег девона (зигенски-емски кат; сл. 3).

Са простора Кучајске зоне (локалност Некудовска река), Пландерова је (Planderova et al., 1992) одредила богату асоцијацију палиноморфа коју чине трилетне споре копнених биљака, као и већи број врста планктонских палиноморфа из групе акритарха, на основу којих је утврдила да су испитивани седименти таложени крајем силура и почетком девона, што су потврдила и наша истраживања.

Основна карактеристика доњодевонских асоцијација, које су овом приликом детерминисане, је присуство трилетних ацигулатних спора са ретикулатном и фовеолатном скулптуром. Према овим особинама наша асоцијација је веома слична доњодевонској асоцијацији Немачке (Hamman et al., 1989) у којој између осталих облика значајно присуство имају ацигулатне, ретикулатне и фовеолатне споре. Такође је уочена сличност добијене асоцијације са палиноасоцијацијом из филита који се налазе на јужном ободу Рајских шкриљавих планина (Reitz, 1989). Њу чине врсте из палинозоне *annulatus-sexantii* на основу којих је утврђено да су филити доње до горњеемске старости. Карактеристично је да су и у филитима Рајских шкриљавих планина присутне акритархе и споре са јако карбонизираним опном које су по степену очуваности сличне са палиноморфама Звоначке бање.

Упоредјујући добијену асоцијацију са богатим и добро проученим девонским асоцијацијама Либије (Massa and Moreau-Veloin, 1976, 1985) уочене су значајне разлике у саставу и очуваности палиноморфа. Либијске асоцијације су претежно представљене добро очуваним спорима типа *Emphanisporites*, *Retusotriletes*, *Perotriletes*, *Leiotriletes*, *Dibolisporites*, *Acinosporites*, у горњем емсу је уочена значајнија појава зонатних спора већих димензија типа: *Rhabdosporites*, *Grandispora* и *Geminispora*, што није случај са доњодевонском асоцијацијом из Звоначке бање.

Долина Јерме

Флишни седименти су најраспрострањеније творевине морског палеозоика источно Србије. На простору Гребена и Влашке могу се пратити на дужини од 25 km и ширини од 2 до 4 km. Пружају се између Сње главе (источно од Бабушнице) и Петачинаца на југословенско-бугарској граници, а чине их турбидити средње лепе-зе. Ове седименте су проучавали Димитријевић и др. (1969; из Krstić, 1984) и Масларевић и Крстић (1987). Детаљан приказ профила флишних седимената Звоначке бање дали су Крстић и Масларевић (1989).

Општа карактеристика читавог стуба флишних седимената је наизменична смена пакета турбидита, дебљине од неколико до 30 m са дебелослојевитим до масивним, крупнозрним до средњозрним, ређе шљунковитим пешчарима, дебљине од неколико до 20 m. У стубу се могу издвојити три пакета различите дебљине. Први пакет, дебљине око 70 m, чини смена крупнозрних пешчара, ситнозрних конгломерата, метаалевролита, метаглинаца и пелита при врху пакета. Други пакет је дебљине око 30 m, а чини га смена ламинираних метаалевролита, ситнозрних до средњозрних пешчара и пелитских метаглинаца. Трећи пакет дебљине око 55 m чини смена ситнозрних конгломерата и пешчара, метаалевролита и метаглинаца. Уочено је смањивање величине зрна ка млађим деловима профила. У свим нивоима описаног стуба налазе се остаци горњедевонске флоре: *Cyclostigma hercynicum* Weiss, *C. ursinum* (Jongmans) n. comb., *Cyclostigma* sp., *Sphaenophyllum subtenerrium* Nath. (Папћић, 1960; Веселиновић, 1964; Милоновић, 1979). Део стуба флишних седимената који је палиполошки проучен приказан је на сл. 2.

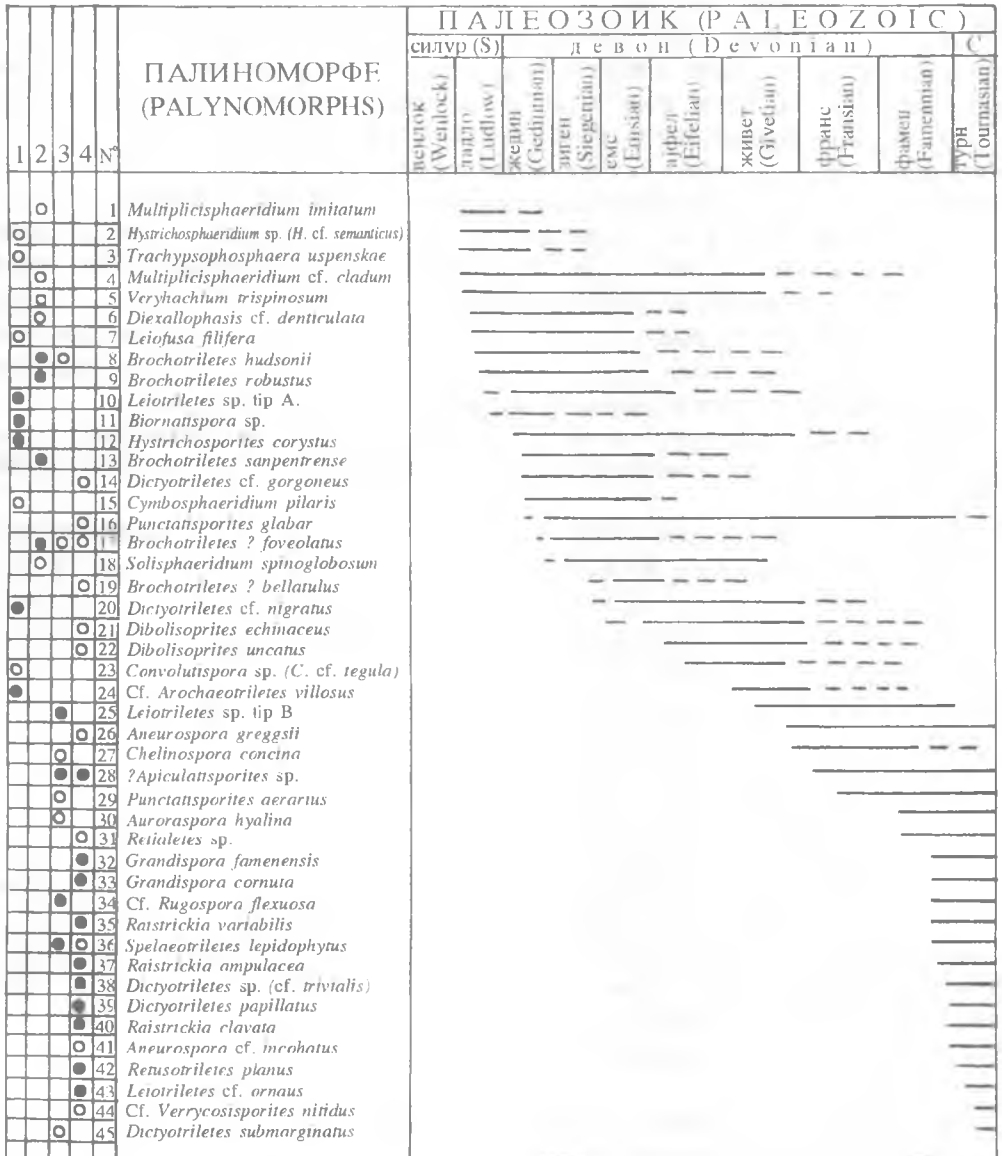
Из флишних седимената околине Звоначке бање (са два профила: код тунела и са десне обале Јерме) палиполошки је обрађено око 60 узорака. Интегрални палиноспектар чине:

Leiotriletes cf. *ornatus* Ischenko, 1954, *Leiotriletes* sp. *Punctatisporites glabar* Playford, 1962, *P. acarius* Butterworth & Williams, 1958, *Retusotriletes planus* Dolby & Neves, 1969, *Retusotriletes* sp. I, *Retusotriletes* sp. II, *Granulatisporites* sp., cf. *Verucosporites nitidus* Playford, 1963, *Acanthotriletes* sp., *Anapiculatisporites* sp., *Aneurospora* cf. *incohatus* Streel & Becker, 1974, *A. greggsii* Streel & Becker, 1974, *Apiculatisporites* sp., *Lophotriletes* sp., cf. *Rugospora flexuosa* Backer et al., 1974, *Dibolisporites uncatu* McGregor & Campfield, 1982, *D. echinaceus* Richardson & McGregor, 1973, *Dibolisporites* sp., *Archaeozonotriletes* sp., *Raistrickia clavata* Playford, 1964, *R. variabilis* Dolby & Neves, 1970, *R. ampulacea* Hacquebard, 1957, *Raistrickia* sp., *Brochotriletes ? foveolatus* Naumova, 1953, *B.* cf. *bellatulus* Steemans, 1989, *Brochotriletes* sp., *Dictyotriletes papillatus* Byvsheva, 1963, *D.* sp. (cf. *trivialis* Naumova) Kedo, 1963, cf. *D. submarginatus* Playford, 1964, *Dictyotriletes* sp., *Verruciretusispora* sp. (cf. *magnifica* McGregor) Owens, 1971, *Cristatisporites* sp., *Spelaeotriletes lepidophytus* Streel, 1974, *Spelaeotriletes* sp., cf. *Chelinospora concina* Allen, 1965, *Auroraspora hyalina* Becker et al., 1974, *Grandispora famenensis* Streel, 1971, *G. cornuta* Higgs, 1975, *Retialetes* sp. и *Leiofusa* sp. (cf. *brevispinosa* Uutela & Tynni, 1991).

На основу састава приказане асоцијације, може се закључити да у флишним седиментима околине Звоначке бање (профил код тунела и са десне обале Јерме) доминирају врсте које максимум своје егзистенције имају крајем девона и почетком карбона (крај фамелског и почетак турнеског ката).

Овај временски период карактеришу врсте: *Auroraspora hyalina*, *Grandispora cornuta*, *G. famenensis*, *G. echinata*, cf. *Rugospora flexuosa*, *Raistrickia variabilis*, *R. clavata*, *R. ampulacea*, *Spelaeotriletes lepidophytes*, *Dictyotriletes papillatus*, *Dictyotriletes* sp. (cf. *trivialis*) и др. које се налазе у палинозонама *flexuosa-cornuta*, *pusillites-lepidophytus* и *nitidus-verrucosus* (Richardson & McGregor, 1986) (сл. 3).

Треба нагласити да је у асоцијацији присутан један број врста са великим вертикалним распрострањењем, који није индикативан за прецизнију одредбу стра-



1. брдо Варниче (Varniče hill)
2. лева обала Јерме (The Jerma left bank)
3. "Тунел" (Tunnel)
4. десна обала Јерме (The Jerma right bank)

Сл. 3. Биостратиграфско распрострањење палиноморфа из Звоначке бање.

Fig. 3. Biostratigraphic distribution of palynomorphi from Zvonacka banja.

тиграфског нивоа, као и један број врста карактеристичних за старије одељке (крај силура–почетак девона) за које се са доста сигурности може рећи да су преталожени (споре типа *Brochotriletes*, на пример).

Упоређујући палиноасоцијацију добијену из флишних седимената Звоначке бање са до сада познатим и добро проученим асоцијацијама у свету уочено је да она показује велику сличност са спектрима фаменског и турнеског ката Пољске (Turnau, 1975, 1977). Већи број врста (11) из наше асоцијације се подудара са врстама из горњег девона Пољске. Асоцијације палиноморфа из флиша Звоначке бање могу се такође добро корелисати са асоцијацијама из седимената горњег девона и доњег карбона Ирске (Higgs, 1975).

Из Енглеске (Turner et al., 1988) детаљно је обрађена асоцијација палиноморфа из седимената на граници девон–карбон. У њој доминирају врсте *Spelacotriletes lepidophytes*, *Rugospora flexuosa*, *Grandispora echinata*, *G. cornuta*, *Auroraspora mactra* и већи број врста рода *Raistrickia*. Она садржи доста заједничких врста које су присутне у асоцијацији из флиша Звоначке бање.

Coquel and Moreau–Benoit (1986) су детаљно проучавали споре струниана (фаменски кат) и турнеског ката Либије. Асоцијације палиноморфа сличне старости из Западне Европе (Clayton et al., 1977) и посебно Ирске (Higgs, 1975) коришћене су за детаљније корелације микрофлористичког састава девонских и доњо–карбонских асоцијација палиноморфи. При томе је утврђено да постоје одређене разлике између микрофлоре турнеског ката Западне Европе и Африке. Разлике се огледају у времену појављивања појединих врста. Врста *Reistrickia clavata* у палиноспектрима Африке јавља се у горњем струниану, а у западној Европи у средњем делу турнеског ката.

Палеоеколошка и биостратиграфска анализа

Као што је већ истакнуто префлишних седимената Звоначке бање карактеришу се палинофацијама мешовитог типа у којима су у скоро подједнаким процентима присутне морске планктонске акритархе и споре копнених биљака. У њима се налазе често и други органски остаци: делови измењеног биљног ткива, филаменти, ретиолити и остали блиње идентификовани фигокласти и зоокласти. Овакав састав палинофације је највероватније последица постојања веома активне депозиционе средине са честим променама режима седиментације и депоната. Велики део материјала је транспортован мутним токовима у седиментациони басен. Овакви услови седиментације битно су се одразили на очуваност органског материјала у целини. Терестрични биљни остаци, посебно споре и различита ткива, најчешће су механички оштећени, кородовани, оксидисани и карбонизирани услед повишеног метаморфизма проучаваних седимената. Присутни остаци акритарха су такође карбонизирани и најчешће лоше очувани.

Карактер добијених палинофација из различитих делова профила флишних седимената Звоначке бање такође је условљен режимом седиментације. Девонски флишни седименти кучајског појаса припадају моделу флишног басена са фацијама кањона, канала и субмаринских лезеза. Стварање флишног басена везано је за покрете херцинске орогенезе (вероватно бретонска фаза; Krstić, 1984). Палинофације флишних седимената карактеришу се присуством спора и измењених остатака ткива; планктонске акритархе и аморфни тип керогена имају подређени зна-

чај. То указује на доминантни терестрични испут у депозициони басен. Органски остаци терестричног порекла су јако измењени и карбонизирани. Споре се одликују тамно-мрком или црном бојом због чега су у највећем броју случајева маскирани поједини структурни и скулптурни елементи, што је у знатној мери отежавало палеонтолошке одредбе појединих таксона.

Детерминисане споре припадају углавном првим, примитивним копненим биљкама (псилофите), које су у доњем девону насељавале ободне делове водених басена на простору источне Србије. Флористички састав вегетације горњег девона и доњег карбона је нешто разноврснији у поређењу са вегетацијом доњег девона. Њу чине различити представници ликопеида, сфенопеида и примитивних папрати. *Suslostigma*-*Archaeopteris* флора је такође карактеристична за ободне делове водених басена који су егзистирали током горњег девона и доњег карбона на простору источне Србије (Пантић, 1960).

Биостратиграфска анализа акритарха и фосилних спора из префлишних и флишних седимената шире околине Звоначке бање приказана је графички на слици 3. Урађена је на основу анализе већег броја палиноспектара из девонских и доњокарбонских седимената Европе и Канаде (Higgs, 1975; Turnau, 1975, 1977; Clayton et al., 1977; Richardson and McGregor, 1986; Turner et al., 1986; Hammann et al., 1989; Reitz, 1989), као и Африке (Либија; Massa et Moreau-Benoit, 1976, 1985; Coquel et Moreau-Benoit, 1986 и др.).

ЗАКЉУЧАК

Палеоналинолошким испитивањима девонских седимената Звоначке бање добијени су реперни палиноспектри из седимената познате геолошке старости који ће се користити у будућим истраживањима палеозојских творевина источне Србије. Доњодевонске асоцијације из префлишних седимената (профил брда Варничке и лева обала Јерме) карактеришу се присуством бројних родова и врста акритарха, као и неких спора копнених биљака. Оне указују на то да се испитивани седименти одликују присуством микрофлоре доњег девона (зигемски-емски кат). Из флишних седимената Звоначке бање добијена је релативно богата асоцијација спора, што упућује на закључак о њиховој горњодевонској (крај фамецког и почетак турнеског ката) старости. Планктонске акритархе у горњодевонским асоцијацијама су веома ретке.

| | | | | |
|--|----|---|---------|---|
| Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk. | 61 | 1 | 203-220 | Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997 |
|--|----|---|---------|---|

UDC 561.26:551.734(497.11-11)

Original scientific paper

PALYNOMORPHS FROM DEVONIAN ROCKS NEAR ZVONACKA BANJA (EASTERN SERBIA)

by

Slavica Djajić and Marko Ercegovac

This work presents first study results of spores and phytoplankton remains of acritarch from Lower Palaeozoic marine sedimentary rocks near Zvonacka Banja, eastern Serbia. The analysed microfossil material was found in preflysch (Varnice) and flysch deposits (the Jemna valley). The analysis covered Devonian rocks which lie in the column between graptolitic schist of hercynicus zone (at base) and rocks of the Lower Carboniferous (Viséan). The age of the studied sequence is determined using the fossil fauna of graptolites, tentaculites, lamellibranchs, conodonts, and macroflora of *Cyclostigma*-*Archaeopteris* type. Palaeopalynological study provided for a more detailed biostratigraphic partition of Devonian rocks near Zvonacka Banja.

Key words: Spores, acritarchs, Devonian, Zvonacka Banja, eastern Serbia.

Devonian sedimentary rocks have a very large extent in southeastern Serbia (from the Nišava southward to Bulgaria). The diversity of rocks, both lithological and tectonic, and palaeontological, was the reason for their study from various aspects. The fullest description of Devonian rocks of Vlaška and Greben is given by Krstić and Maslarević (1989) within a regional study of marine Palaeozoic sediments between the Nišava and Ruj. Devonian sedimentary rocks, considered for their palynological content in this work, are located in this region.

About a hundred samples were collected in Zvonacka Banja area and treated by modern maceration and oxidation techniques for analysis. A large number of palynomorphs remained black and opaque after the aggressive oxidation treatment, due to the high level of thermal rock transformation. This increased the difficulty of generic and specific identification and accurate determination of some taxa. Nevertheless, many spores and planktonic palynomorphs were identified, and palynomorph associations characteristic of Lower Devonian individualized for use in further studies of Devonian rocks over eastern Serbia.

^{*} Geminić Geological Institute, Karadjordjeva 48, Belgrade.

^{**} University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Institute of Regional Geology and Palaeontology, Kamenička 6, Belgrade.

INVESTIGATION RESULTS

Palynological exploration in Devonian sedimentary rocks of Zvonačka Banja area included two sections: Varniče hill and the Jerma river valley, both denoted in Fig. 1.

Varniče Hill

Beds of particular pelagic and hemipelagic rocks and thick beds of sandstone and less frequent turbidite beds, denoted as preflysch (Krstić and Maslarević, 1989), lie exposed on Varniče hill and on the Jerma left bank, northeast of Zvonačka Banja. These deposits lie over graptolitic schist of hercynic zone, and pass upward into a formation of true flysch. Figure 2 shows a part of the geological column studied palynology.

The section begins with grey-greenish siliceous metashale with chert lenses, which alternates with medium- and fine-grained arkoses, laminate chert and metashale, and then fine-grained feldspathic greywacke alternating with metasiltstone. These rocks are overlain by laminated lydite and siliceous metashale and over 50 m thick fine-grained subgreywacke with metashale interbeds and remains of continental flora. The thick sequence is topped with thin-bedded black dolomitic limestones abounding in remains of tentaculites, lamellibranchs and conodonts from gigas and linguiformis zones of the Upper Frasnian (Krstić and Maslarević, 1983; in: Krstić and Maslarević, 1989; Krstić and Sudar, 1989).

Preflysch rocks have a total thickness of about 120 metres. Of 48 samples palynologically studied, a smaller number contain palynomorphs. The identified genera and species are the following: *Baltisphaeridium* sp., *Multiplicisphaeridium* cf. *cladum* Eisenack, 1969, *M. imitatum* Lister, 1970, *Diexalophasis* cf. *denticulata* Loeblich, 1970, *Cymbosphaeridium pilaris* Cramer, 1964, *Veryhachium trispinosum* Deunff, 1954, *Solisphaeridium spinoglobosum* Wicander, 1974, *Hystrichosphaeridium* sp. (cf. *semanticus* Tschibrikova), *Trachypsophosphaera uspenskae* Timofeev, 1959, *Leiofusa filifera* Downie, 1959, *Leiotrilites* sp. (cf. *Archaeotrilites villosus* Tschibrikova), *Hystrichosporites corystus* Richardson, 1962, *Biornatispora* sp., *Brochotriletes hudsonii* McGregor, 1973, *B. sanpetrense* Rodriguez, 1978, *B. ? foveolatus* Naumova, 1953, *B. cf. robustus* McGregor, 1973, *Brochotriletes* sp., *Dictyotrilites* cf. *gorgoneus* Cramer, 1966, *D. cf. nigratus* Naumova, 1953, *Raistrickia* sp., *Convolutispora* sp. (cf. *C. tegula*), and *Retialetes* sp.

The analysed palynomorph association indicates mixed assemblages of planktonic palynomorphs, spores of land plants, and other organic remains contained in preflysch rocks.

Planktonic palynomorphs are representatives of acritarchs, mainly forms of the group Acanthomorphae (*Baltisphaeridium*, *Solisphaeridium*, *Hystrichosphaeridium*, *Multiplicisphaeridium*, *Cymbosphaeridium*, and *Diexalophasis*), and rarely of other groups: Polygonomorphae (*Veryhachium*) and Netromorphae (*Leiofusa*). A number of identified species have a large range, from the Silurian through the Devonian; some species, e. g. *Solisphaeridium spinoglobosum*, *Cymbosphaeridium pilaris*, *Diexalophasis denticulata* and *Leiofusa filifera* have the maximum development in the Lower Devonian.

The palynomorph association includes, besides planktonic palynomorphs, numerous remains of land plant spores: of many *Brochotriletes* species, then *Dictyotrilites*, *Leiotri-*

letes etc. All the identified genera and species are characteristic of the Lower and Middle Devonian. The species such as *Brochotriletes hudsonii*, *B. foveolatus*, *B. robustus*, *B. sanpetrense*, *Biornatispora* sp., *Dictyotriletes nigratus*, and *D. gorgoneus*, whose maximum development corresponds to the palynozones polygonalis–emsiensis and annulatus–sextantii (Richardson & McGregor, 1986), allow us to infer that the identified microfossil remains from preflysch belong to a specific flora which existed on the margin of the depositional basin during the Lower Devonian (Siegenian–Emsian, Fig. 3).

From the Nekudovska Reka locality in Kučaj zone, Planderova (Planderova et al., 1992) identified an abundant association of polynomorphs, composed of trilete spores of land plants and many planktonic palynomorph species from acritarch group, and determined on them the rocks as the late Silurian and early Devonian, which was confirmed by our studies.

A principal characteristic of the identified Lower Devonian association is the presence of trilete acingulate spores with reticulate or faveolate sculpture. The association resembles very much in these features a Lower Devonian association from Germany (Hammann et al., 1989) which includes many acingulate, reticulate, and faveolate spores. The association also resembles the palynoassociation from phyllites on the southern margin of schistose Rhine mountains (Reitz, 1989). This association consists of species from annulatus–sextantii palynozone, on which the phyllites are dated Upper Emsian. These phyllites characteristically contain acritarchs and spores with highly carbonized coats which are similarly well preserved as those of Zvonačka Banja palynomorphs.

Compared with abundant and well studied Devonian associations from Libya (Masa and Moreau–Benoit, 1976, 1985), the given association significantly differs in composition and preservation of palynomorphs. Libyan associations are predominantly represented by well preserved spores of *Emphanisporites*, *Retusotriletes*, *Perotriletes*, *Leio-triletes*, *Dibolisporites*, *Acinosporites*, and a significant occurrence in Upper Emsian of large spores of *Rhabdosporites*, *Grandispora* and *Geminospora*, unlike the Lower Devonian associations from Zvonačka Banja.

The Jerma Valley

Flysches are the most widespread marine Palaeozoic rocks in eastern Serbia. In the region of Greben and Vlaška, they can be traced over 25 km in length and 2 km to 4 km in width. Flysches extend between Sinja Glava (east of Babušnica) and Petačinci at the Yugoslavia/Bulgaria border, composed of midfan turbidites. These rocks were studied by Dimitrijević et al. (1966, in: Krstić, 1984) and Maslarević and Krstić (1987). A detailed description of sections through flysch deposits at Zvonačka Banja is given by Krstić and Maslarević (1989).

A general characteristic of the entire flysch column is the alternation of turbidite beds, from a few to 30 m thick, and thick-bedded to massive coarse- to medium-grained, rarely gravelly, sandstones of several to 20 m in thickness. The lower sequence, about 70 m, is a succession of coarse-grained sandstones, fine-grained conglomerates, metasiltsstones, metashales, and pelite at the top. The middle sequence has a thickness of about 30 m composed of alternating laminated metasiltsstones, fine- to medium-grained

sandstones and pelitic metashale. The upper sequence of about 55 m is made up of alternating fine-grained conglomerates and sandstones, metasiltstones and metashale. The grain fining upwards trend is noted. All levels of the described column contain remains of Upper Devonian flora: and pelitic metashale. The upper sequence of about 55 m is made up of alternating fine-grained conglomerates and sandstones, metasiltstones and metashale. The grain fining upwards trend is noted. All levels of the described column contain remains of Upper Devonian flora: *Cyclostigma hercynicum* Weiss, *C. ursinum* (Jongmans) n. comb., *Cyclostigma* sp., *Sphaenophyllum subtenerimum* Nath., (Pantić, 1960; Veselinović, 1964; Miľovanović, 1979). The part of flysch column palynologically studied is shown in Fig. 2.

About sixty samples from flysch in Zvonačka Banja area (from two sections: at the tunnel and on the Jerma right bank) are palynologically treated. The integral palynomorph association is including: *Leiotriletes* cf. *ornatus* Ischenko, 1954, *Leiotriletes* sp., *Punctatisporites glabar* Playford, 1962, *P. aerarius* Butterworth & Williams, 1958, *Retusotriletes planus* Dolby & Naves, 1969, *Retusotriletes* sp. I, *Retusotriletes* sp. II, *Granulatisporites* sp., cf. *Verucosporites nitidus* Playford, 1963, *Acanthotriletes* sp., *Anapiculatisporites* sp., *Aneurospora* cf. *incohatus* Streel & Becker, 1974, *A. greggsii* Streel & Becker, 1974, *Apiculatisporites* sp., *Lophotriletes* sp., cf. *Rugospora flexuosa* Becker et al., 1974, *Dibolisporites uncatatus* McGregor & Campfield, 1982, *D. echinaceus* Richardson & McGregor, 1973, *Dibolisporites* sp., *Archaeozonotriletes* sp., *Raistrickia clavata* Playford, 1964, *R. variabilis* Dolby & Neves, 1970, *R. ampulacea* Hacquebard, 1957, *Raistrickia* sp., *Brochotriletes ? foveolatus* Naumova, 1953, *B.* cf. *bellatulus* Steemans, 1989, *Brochotriletes* sp., *Dictyotriletes papillatus* Byvsheva, 1963, *D.* sp. (cf. *trivialis* Naumova) Kedo, 1963, cf. *D. submarginatus* Playford, 1964, 1964, *Dictyotriletes* sp., *Verruciretusispora* sp. (cf. *magnifica* McGregor) Owens, 1971, *Cristatisporites* sp., *Spalacotriletes lepidophytus* Streel, 1974, *Spalacotriletes* sp., cf. *Chelinospora concina* Allen, 1965, *Auroraspora hyalina* Becker et al., 1974, *Grandispora lamensis* Streel, 1971, *G. cornuta* Higgs, 1975, *Retialetes* sp., and *Leofifusa* sp. (cf. *brevispinosa* Uutela & Tynni, 1991).

The composition of the above association suggests the prevalence (in both section) of the species which flourished in the late Devonian and the early Carboniferous (Famennian/Tournaisian). The species characteristic of this period are: *Auroraspora hyalina*, *Grandispora cornuta*, *G. lamensis*, *G. echinata*, cf. *Rugospora flexuosa*, *Raistrickia variabilis*, *R. clavata*, *R. ampulacea*, *Spalacotriletes lepidophytus*, *Dictyotriletes papillatus*, *Dictyotriletes* sp. (cf. *trivialis*), and others contained in palynozones flexuosa-cornuta, pusillites-lepidophytus and nitidus-verrucosus (Richardson & McGregor, 1986, Fig. 3).

Note that the association includes a number of species of a wide range but not usable in detailed stratigraphic partition stratigraphic partition, and a number of species characteristic of earlier subdivisions (late Silurian-early Devonian) which are almost certainly reworked (spores of *Brochotriletes* type, for ones).

Compared with the up to date known and well studied associations over the world, the palyno-association from flysch rocks at Zvonačka Banja is very similar with association from Famennian and Tournaisian rocks of Poland (Turnau, 1975, 1977). Eleven spe-

cies from this association are identical with those from the Devonian of Poland. Palynomorph associations from flysch at Zvonačka Banja are also well correlative with the associations from Upper Devonian and Lower Carboniferous of Ireland (Higgs, 1975).

An association of palynomorphs from Devonian/Carboniferous rocks in England is well studied (Turner et al., 1988). Its dominant species are *Spelaetriletes lepidophytus*, *Rugospora flexuosa*, *Grandispora echinata*, *G. cornuta*, *Auroraspora mactra* and many species of *Raistrickia*. Many of its species are common with those in the association from Zvonačka Banja flysch.

Coquel and Moreau-Benoit (1986) studied in detail Strunian spores (Famennian and Tournaisian) of Libya. Palynomorphs of similar ages from Europe (Clayton et al., 1977), Ireland (Higgs, 1975) in particular, have been used in detail correlations of microfloral contents in Devonian and Lower Carboniferous associations. A difference has been noted in Tournaisian microflora between West Europe and Africa. It is the time of some species occurrence that differs. *Reistrickia clavata* in palynomorph associations occurs in the Upper Strunian of Africa and in the middle Tournaisian of Europe.

Palaeoecological and Biostratigraphical Analyses

Preflysch rocks of Zvonačka Banja, as mentioned before, are characterized by mixed palynofacies in almost equal percents of marine planktonic acritarchs and spores of land plants. The palynofacies often contain other organic remains: parts of altered plant tissue, filaments, retiolites, and indeterminate phytoclasts and zooclasts. This composition of the palynofacies is the likely consequence of a very active depositional environment in which sedimentation regime frequently changed. A large part of the material was transported by turbidity currents into the sedimentary basin, which also affected the preservation of the organic material. Terrestrial plant remains, especially spores and various tissues, are mostly mechanically damaged, corroded, oxidized, and carbonized as a result of advanced rock metamorphism. Acritarch remains are also carbonized and mostly poorly preserved.

The character of palynofacies from various parts of flysch deposits at Zvonačka Banja is relative to the sedimentation regime. Devonian flysch deposits of Kučaj belt belong to a model of flysch basin with the facies of canyon, channels and submarine fans. Formation of the flysch basin is associated with Hercynian orogeny (probably Bretonian phase; Krstić, 1984). Palynofacies of flysch rocks are characterized by the presence of spores and altered tissue remains; planktonic acritarchs and amorphous kerogen are of subordinate importance. This suggests prevalently terrestrial material deposited in the basin. Organic remains of terrestrial derivation are highly altered and carbonized. Spores are dark brown or black, concealing some of structural and sculptural elements, which added to the difficulty of palaeontological identification.

The identical spores mostly belong to primary, primitive land plants (Psilophyta), which in the Lower Devonian populated marginal areas of water-filled basins in eastern Serbia. Floral composition of Upper Devonian and Lower Carboniferous vegetation is somewhat more diverse than that of Lower Devonian. It consists of various lycopsids, sphenopsids and primitive ferns. *Cyclostigma*-*Archaeopteris* is also a characteristic flora of marginal areas on water basins, which existed during the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the territory of eastern Serbia (Pantić, 1984).

Biostratigraphical analysis of acritarchs and fossil spores from preflysch and flysch deposits in Zvonačka Banja region is graphically represented in Fig. 3. The diagram is based on a large number of palynomorph associations from Devonian and Lower Carboniferous rocks of Europe and Canada (Higgs, 1975; Turnau, 1975, 1977; Clayton et al., 1977; Richardson and McGregor, 1986; Turner et al., 1986; Humman et al., 1989; Reitz, 1989), and Africa (Libya: Massa et Moreau-Benoit, 1976, 1985; Coquel et Moreau-Benoit, 1986; etc.).

CONCLUSION

Palaeopalynological study of Devonian rocks at Zvonačka Banja has given reference palynomorph associations from rocks of determined geological age, which will be used in further studies of Palaeozoic rocks of eastern Serbia. Lower Devonian associations from preflysch deposits (Varniče hill and the Jerma left bank sections) are characterized by a numerosity of genera and species of acritarchs and some land plant spores. They indicate the Lower Devonian (Siegggenian-Emsian) microfloral content in rocks. Flysch rocks of Zvonačka Banja yielded relatively abundant spores, suggesting their Upper Devonian (late Famennian-early Tournaisian) age. There are few planktonic acritarchs in the Upper Devonian association.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Clayton G., Coquel R., Doubinger J., Guéinn K., Loboziak S., Owens B., and Streef M., 1977: Carboniferous Miospores of Western Europe: illustration and zonation. – *Mededelingen rijks geologische dienst.*, 29., 1-71.
- Coquel R. et Moreau-Benoit A., 1986: Les spores des series sturmiennes et tournaisiennes de Libye occidentale. – *Revue de Micropaleontologie*, 29, 1, 17-43, Paris.
- Hamann W., Heunisch C. and Schussler U., 1989: Organische Microfossilien (Chlorophyta, Acritarcha, Spore dispersae, Scolecodonten) aus den Schichten des Streichengrundes, Unter devon, im Raum Güttenberg-Frankenwaldes, Beringera. – *Würzburger geowissenschaftlich Mitteilungen*, Heft 1, 57-115.
- Higgs K., 1975: Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County Wexford, Ireland. – *Micropaleontology*, 21, 4, 393-419, pls. 1-7, New York.
- Krstić B., 1984: Stratigrafija starijeg paleozoika (ordovicijum devon) između Resave i Nišave, istočna Srbija. – *Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja.*, 22, 22, 1-64, Beograd.
- Крстић Б. и Масларевић Л. (=Krstić and Maslarević), 1989: Морски палеозоник између Нишаве и Руја (Кучајска зона Херцинида источне Србије). – *Геол. ан. Балк. пол.*, 13, 23- 76, Београд.
- Крстић Б. и Судар М. (=Krstić and Sudar), 1989: Палеозојски конодонти источне Србије, Југославија. – *Ibid.*, 13, 305- 318, Београд.
- Massa D. et Moreau-Benoit A., 1976: Essai de synthese stratigraphique et palynologique du systeme devonian en Libye occidentale. – *Revue de L'Institut francais du petrole*, 31, 2, 287-333.
- Massa D. et Moreau-Benoit A., 1985: Apport de nouvelles donnees palynologiques a la biostratigraphie et a la paleogeographie du Devonien de Lybie (Sud du Bassin de Rhadames.). – *Sci. Geol. Bull.*, 38, 1, 5-18, 3pl.
- Maslarević Lj. i Krstić B., 1987: Paleozojske olistostrome u kučajsko zvonačkom flisu jugoslovenskog dela Karpato-Balkanida. – *Geol. vjesnik*, 40, 217- 232, Zagreb.
- Milovanovic Lj., 1979: Determinacija paleoflore sa listova "Boļjevac", "Knjaževac", "Bela Palanka" i "Breznik". – *Fond stručnih dokumenata Geološkog instituta*, Beograd.
- Пантић Н. (=Pantić), 1960: Девонска флора источне Србије. – *Геол. ан. Балк. пол.*, 27, 295- 315, Београд.

- Пантић Н. и Шеберов П. (=Pantić and Šeberov). 1975: О палеозојској основи Мезијске плоче на основу палеопалинолошких проучавања материјала из буџотине БУ 1 у околини Неготина (источна Србија). - Гласник природњачког музеја, 30, 99-111. Београд.
- Planderova E., Krstić B. and Maslarić Lj., 1992: Paleozoic palynomorphs assemblages from Eastern Serbia. - Geologické proce, Spravy 94, 19-22. Bratislava.
- Retz E., 1989: Devonische Sporen aus Phylliten vom Sudrand des Rheinischen Schiefergebirges. Geologisches Jahrbuch Hessen. Wiesbaden. Band 117. 23-35.
- Richardson J. B. and McGregor D. C., 1986: Silurian and Devonian spore of the old red sandstone continent and adjacent regions. Geological Survey of Canada, Bull. 364, 1-79. Ottawa.
- Turner N., Spinner E., Soanes C., 1988: Further studies on the palynology of the Upper Devonian Lower Carboniferous transition strata at Burrington combe, Somerset, England. Pollen et Spores, 31, 3-4, 289-315. Paris.
- Turnau E., 1975: Microflora of the Famennian and Toumaisian deposits from boreholes of Northern Poland. - Acta Geologica Polonica, 25, 4., 505-528. Warszawa.
- Turnau E., 1977: Spore zonation of Uppermost Devonian and Lower Carboniferous deposits of Western Pomerania. Mededelingen rijks geologische dienst, 30, 1.
- Веселиновић М. (=Veselinović). 1964: Старији палеозоик источне Србије - фауна и паралеле. Геол. ан. Балк. пол., 31, 109-116. Београд.

ТАБЛА I PLATE

- Сл. (Fig.) 1. *Dicxalophasis* cf. *denticulata*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).
- Сл. (Fig.) 2. *Cymbosphaeridium pilaris*. Брдо Варниче (Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 3. *Solisphaeridium spinoglobosum*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).
- Сл. (Fig.) 4. *Leiotusa filitera*. Брдо Варниче (Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 5. *Multiplicisphaeridium* cf. *cladum*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).
- Сл. (Fig.) 6. *Hystriochosporites corystus*. Брдо Варниче (Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 7. *Leiotriletes* sp. тп А. Брдо Варниче (Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 8. *Blornatispora* sp. Брдо Варниче (Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 9. *Brochotriletes sanpentrese*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).
- Сл. (Figs.) 10,13. *Brochotriletes* ? *foveolatus*. Лева обала Јерме. брдо Варниче (The Jerna left bank, Varnice hill).
- Сл. (Fig.) 11. *Brochotriletes hudsonii*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).
- Сл. (Fig.) 12. *Brochotriletes* cf. *robustus*. Лева обала Јерме (The Jerna left bank).

ТАБЛА II PLATE

- Сл. (Fig.) 1. ? *Lophotriletes* cf. *foveolatus*. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 2. *Lophotriletes* sp. I. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 3. Cf. *Rugospora flexuosa*. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 4. *Clivosispora verrucata* var. *convoluta*. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 5. *Dibolisporites* sp.. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 6. *Dibolisporites uncatius*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Figs.) 7-9. Cf. *Dictyotriletes submarginatus*. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 8. *Dictyotriletes papillatus*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Fig.) 10. *Dictyotriletes* sp.. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 11. *Retialetes* sp.. Профил код тунела (Tunnel).
- Сл. (Fig.) 12. *Raistrickia clavata*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Fig.) 13. *Raistrickia ampullacea*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Figs.) 14,15. *Raistrickia variabilis*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Fig.) 16. *Grandispora famenensis*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Fig.) 17. *Grandispora comuta*. Десна обала Јерме (The Jerna right bank).
- Сл. (Figs.) 18,19. *Spelaotriletes lepidophytus*. Профил код тунела (Tunnel).

ТАБЛА I PLATE



1



2



3



5



4



6



7



8



9



10



11



12



13

50 μ m

ТАБЛА II PLATE



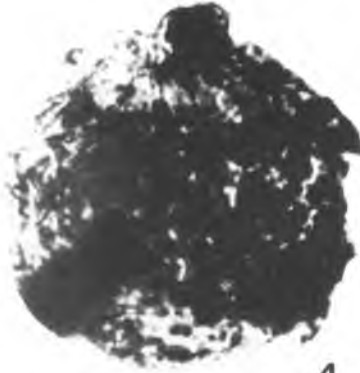
1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19

50 μ m