

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE
DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE

**Depozitele Cretacului inferior din
Munții Hăghimaș: microfaciesuri,
microfosile și evoluție sedimentară**

REZUMATUL EXTINS AL TEZEI DE DOCTORAT

Doctorand
Neamțu Olimpiu-Augustin

Conducător științific
Acad. Prof. dr. Ioan Bucur

Cluj Napoca
2019

CUPRINS

Introducere.....	3
1. Localizare geografică.....	3
2. Istoricul cercetărilor geologice.....	4
3. Cadrul geologic.....	5
4. Materiale și metode de studiu.....	7
5. Calcarele din Muntele Ghilcoș.....	9
5.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Muntele Ghilcoș.....	11
5.2. Vârsta calcarelor din Muntele Ghilcoș.....	13
6. Calcarele din Muntele Suhardu Mic.....	13
6.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Muntele Suhardu Mic.....	16
6.2. Vârsta calcarelor din Muntele Suhardu Mic.....	18
7. Calcarele din Valea Lapoș.....	19
7.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Valea Lapoș.....	22
7.2. Vârsta calcarelor din Valea Lapoș și distribuția faciesurilor.....	24
8. Calcarele din Valea Bicăjel.....	27
8.1. Asociațiile de microfacies în secțiunea din Valea Bicăjel.....	30
8.2. Vârsta calcarelor din Valea Bicăjel și distribuția faciesurilor.....	31
9. Evoluția sedimentară a depozitelor Cretacicului inferior din arealul studiat.....	32
10. Concluzii.....	34

Cuvinte cheie: Cretacic inferior, calcare, olistolite, sedimentologie, microfacies, microfosile, medii depozitionale, Munții Hăghimaș, Pânza de Hăghimaș, Carpații Orientali.

Introducere

Principalul scop al acestei lucrări este reprezentat de studiul calcarelor Cretacicului inferior. Acestea au fost analizate din punct de vedere microfaciesal și micropaleontologic pentru a le determina vârsta și evoluția sedimentară.

O evoluție rapidă în domeniul cercetărilor asupra rocilor carbonatice a venit odată cu descoperirile de la mijlocul anilor '50, a numeroaselor rezervoare petroliere din roci carbonatice, urmate de cercetări intense a acestor tipuri de depozite. Spre sfârșitul anilor '60 și '70 microfaciesurile au devenit o parte esențială a analizei de facies și interpretărilor de mediu a calcarelor. Creșterea importanței calcarelor și dolomitelor ca roci rezervor și utilizarea fosilelor din secțiunile subțiri pentru catalogarea platformelor carbonatice a dat un impuls progresului cercetărilor microfaciesurilor (Flügel, 2004).

1. Localizare geografică

Munții Hăghimaș se suprapun aproape în totalitate sinclinalului mezozoic cu același nume, care se întinde de la Bistricioara în nord până la Frumoasa-Ciuc spre sud. Limita cu flișul unității de Ceahlău dinspre partea estică corespunde cu Pârâul Pintec, apoi cu Valea Jidanului de unde se continuă cu Dămucul, Valea Rece și izvoarele Troțușului.

Spre partea vestică și nordică, sedimentarul mezozoic, care aparține aceleași structuri sinclinale se mai păstrează ca martori de eroziune, alcătuiți mai ales din dolomite triasice, în munții Vithavaș, Beneș, Piatra Arșiței, Piatra Comarnicului și Măgura Hangului, dincolo de Putna Întunecoasă și de Valea Bistricioarei, aparținând Munților Giurgeului și Munților Bistriței (Grasu et al., 2012) (Fig. 1).

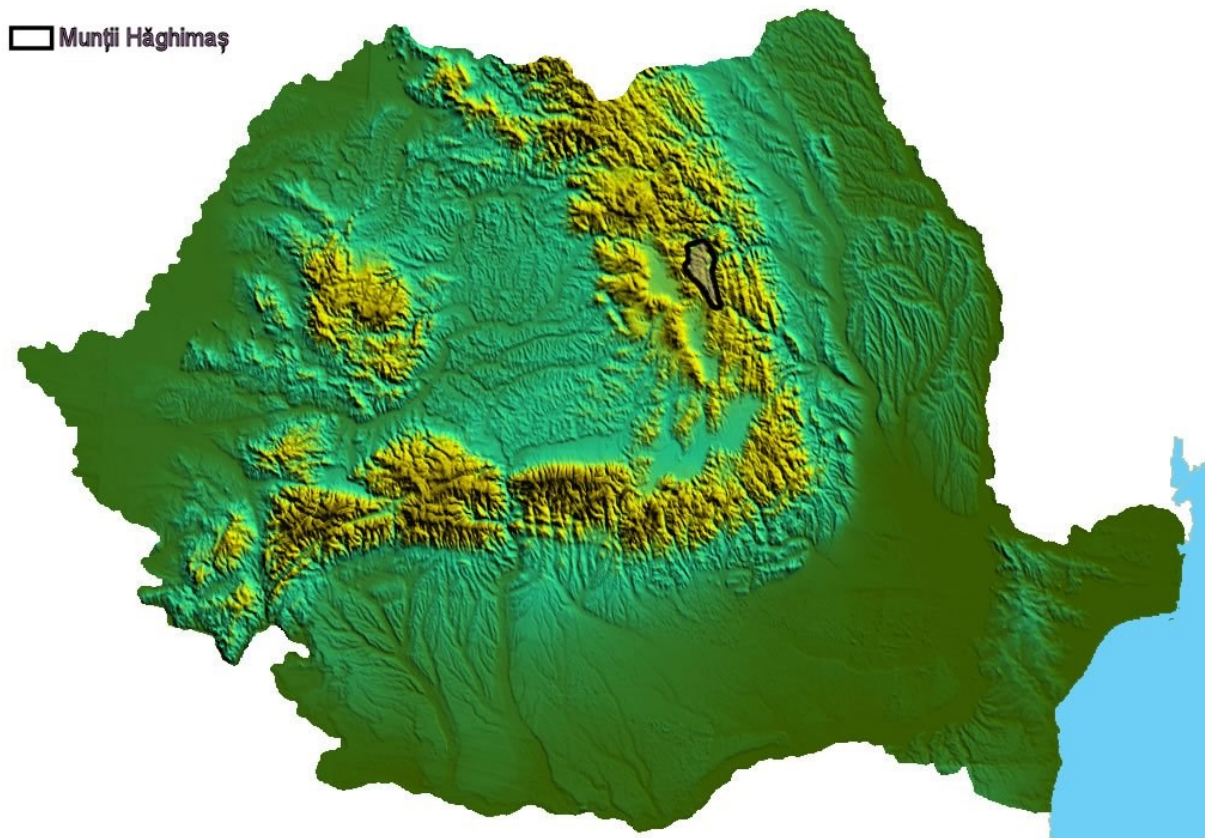


Fig. 1: Localizarea Munților Hăghimaș în contextul Carpaților Românești. (sursa: https://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Romania#/media/File:Romania-relief.png)

2. Istoricul cercetărilor geologice

Cercetările geologice propriu-zise din Munții Hăghimaș au fost inaugurate, odată cu lucrările lui Herbich (1866, 1870, 1873, 1875), care, după mai mulți ani au dus la încheierea sintezei asupra geologiei “*Țării Secuilor*” din 1878. Herbich a descoperit punctele fosilifere ale Stratelor cu *Acanthicum* de la Ghilcoș și Ciofronca, conferind celebritate Malmului din această regiune a Carpaților Orientali. În 1915 a apărut lucrarea lui Vadasz, ultima lucrare a unui geolog străin în regiunea Hăghimașului. Acest autor a regăsit Liasicul de tip Adneth de la Curmătura, și a adus contribuții la cunoașterea faunei Calcarelor de Štramberg. Cele mai importante studii din perioada interbelică au fost publicate de Atanasiu (1928) și Băncilă (1941), care au abordat în detaliu această regiune, realizând primele hărți geologice moderne. Săndulescu (1968, 1969), a adus contribuții importante la cunoașterea Mezozoicului din sinclinalul Hăghimaș, sintetizate în teza de doctorat din 1975. În 1981 a publicat o nouă lucrare

asupra acestei zone, iar în 1984 a sintetizat datele legate de Hăghimaș în *Geotectonica României*. Prima abordare a microfaciesurilor calcarelor malm-urgoniene din Pânza de Hăghimaș (perimetrul Cheile Bicazului) a fost adusă de teza de doctorat a lui Dragastan (1975). După studiile lui Dragastan, contribuții la cunoașterea conținutului micropaleontologic al calcarelor din seria transilvană au fost aduse de Neagu și Neagu (1995) și Bucur (2006, 2011). Bucur (2006), menționează din calcarele urgoniene din Hăghimaș o asociație de alge, în special *dasycladale*, stabilind valoarea lor stratigrafică și aportul acestora la reconstituirea paleomediului. Lucrări recente care trec în revistă diverse aspecte ale zonei cristalino-mezozoice din Carpații Orientali, cu referiri la sinclinalul Hăghimașului sunt semnate de Grasu et al., (2010, 2011, 2012) Grigore (1998, 2002), Grinea (1998), Mureșan (2006, 2008), Popescu (2001, 2003, 2008), și Hoeck et al., (2008, 2009).

3. Cadrul geologic

Șisturile cristaline constituie fundamentul sinclinalului Hăghimaș aflorând pe ambele flancuri, reducându-se progresiv spre sud pe măsura afundării acestuia sub depozitele cretacee ale flișului de Ceahlău și sub formațiunea vulcanogen-sedimentară pliocenă, din zona Mihăileni-Frumoasa (Grasu et al., 2010) (Fig. 2). Soclul cristalin este acoperit de sedimentarul mezozoic constituit din depozite autohtone (**Pânza Bucovinică**) și depozite alohtone (**Pânza Transilvană**). În Sinclinalul Hăghimaș **suita Sub-bucovinică** se întâlnește doar ca petec de rabotaj în zona de confluență a Dămuclui cu Bicazul și în fereastra tectonică de la Tomești. Comparativ cu Pânza Bucovinică această succesiune este incompletă, cu numeroase discontinuități ce corespund unor discordanțe, însoțite atât de eroziuni, cât și de lacune sedimentare (Grasu et al., 2012).

Pânza Bucovinică

În sistemul pânzelor central-est-europene, Pânza Bucovinică reprezintă unitatea superioară, fiindu-i specific sedimentarul autohton din sinclinalul marginal extern. În comparație cu celelalte serii bucovinice, sedimentarul mezozoic prezintă succesiunea cea mai completă. Totuși, această succesiune prezintă frecvente întreruperi spre sfârșitul Triasicului, în intraliasic, post-neocomian, post-albian și, probabil, post-cenomanian. În regiunea Hăghimașului, Pânza Bucovinică prezintă una dintre cele mai complete succesiuni stratigrafice, în zona internă având cele mai bune zone de aflorare (Grasu et al., 2012) (Fig. 2).

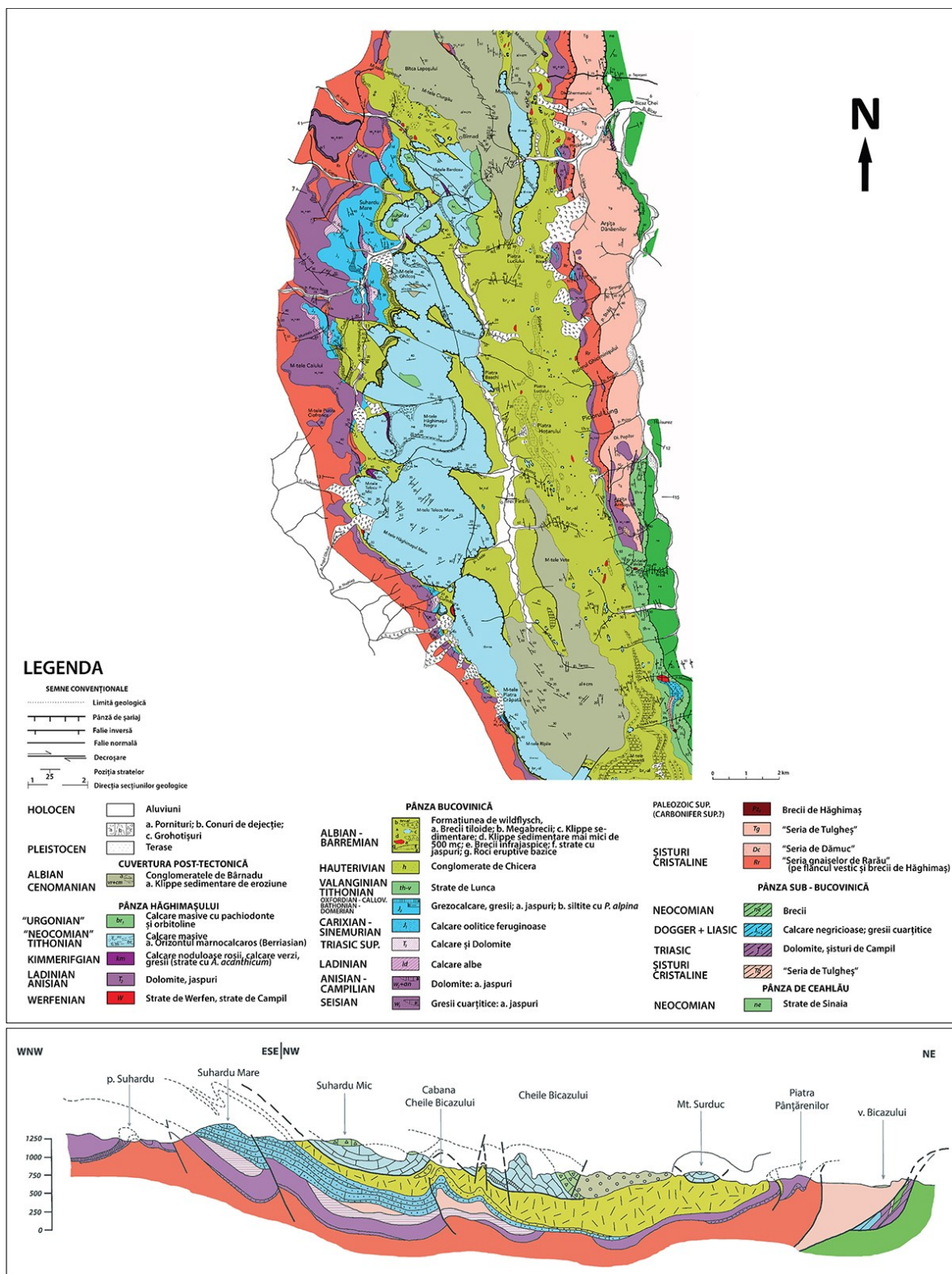


Fig. 2: Hartă/secțiune geologică a Sinclinalului Hăghimaș (redesenată după Săndulescu, 1975).

Pânza Transilvană de Hăghimaș

Formațiunile sedimentare alohtone din Compartimentul Moldav, ca și cele din Compartimentul Perșani, aparțin mai multor serii transilvane, care constituie, după Săndulescu (1984), tot atâtea pânze, fiecare dintre ele având o suită stratigrafică specifică și, eventual, ofiolite de vârste diferite. Acumularea depozitelor care aparțin acestor pânze s-a realizat pe o scoarță oceanică în expansiune (*spreading*) din ce în ce mai tânără din Triasic până în Cretacicul inferior, astfel încât ele sunt heterocrone. În consecință, nu există succesiuni complete în aceste pânze, corespunzătoare stratigrafic începutului riftării și sfârșitului etapei de distensiune (Grasu et al., 2012).

Săndulescu (1984), propune existența a trei pânze transilvane, de Hăghimaș, de Perșani și de Olt, prima fiind și cea mai internă. Poziția internă a pânzei de Hăghimaș este dovedită atât de vârstele cele mai noi kimmeridgian-urgoniene, a depozitelor constituente, cât și de antrenarea în timpul procesului de șariaj a formațiunilor mai vechi, triasice, din aria externă a ”șanțului” transilvan, sub formă de petice de rabotaj (Săndulescu, 1984) (Fig. 2).

Formațiunile triasice atribuite sedimentarului transilvan de Hăghimaș se găsesc exclusiv sub formă de blocuri încorporate în formațiunea de wildflysch a sedimentarului autohton bucovinic (Grasu et al., 2012).

4. Materiale și metode de studiu

Pentru realizarea acestui studiu s-au organizat peste 10 campanii de teren, cu scopul eșantionării zonelor de interes, care cuprind principalele formațiuni calcaroase din zona Cheilor Biczului. În cadrul acestor ieșiri s-a urmărit eșantionarea calcarelor de vârstă Jurassic superior – Cretacic inferior. Au fost eșantionate și prelucrate 906 probe (din care s-au efectuat secțiuni subțiri), de-a lungul a 4 profile: Muntele Ghilcoș, Muntele Suhardu Mic, Valea Lapoșului, Valea Bicăjelului (Fig. 3, a, b, c, d).

Studiul terenului, s-a efectuat pe parcursul a doi ani, urmărindu-se localizarea zonelor de interes în teren, fotografierea aflorimentelor, colectarea probelor și ridicarea profilelor pe baza observațiilor macroscopice. Pe teren au fost urmărite caracteristici precum: compoziția mineralogică, culoarea rocii în spărtură proaspătă, constituenții principali cu o lupă de 10x, stratificația și structurile sedimentare, faliile și discontinuitățile stratigrafice.

Probele colectate au fost prelucrate în laborator pentru obținerea de secțiuni subțiri, în vederea efectuării analizei microscopice. În etapa de laborator s-au realizat din fiecare probă una sau mai multe secțiuni subțiri. Principalele aspecte care au fost urmărite în cadrul studiului microscopic sunt analiza matricei și analiza granulometrică (semicantitativă și calitativă) a elementelor componente, care ne pot da informații cu privire la factorii de control ai paleomediului de sedimentare. Pentru descrierea rocilor carbonatice s-a folosit clasificarea propusă de Dunham (1962), cu completări din Embry & Klovan (1971) și revizuită de Wright (1992).

Determinarea microfosilelor și ocurența stratigrafică generalizată a acestora s-a realizat pe baza datelor publicate în literatura de profil: Altiner (1991), Arnaud-Vanneau et al. (1988), Bassoullet (1997), Bruni et al. (2007), Bucur (1999), Bucur & Săsăran (2005, 2011), Bucur et al. (1995, 2013, 2014), Dragastan (1971, 1975), Farinacci & Radoicic (1991), Granier & Deloffre (1993), Masse (1993), Neagu (1994).

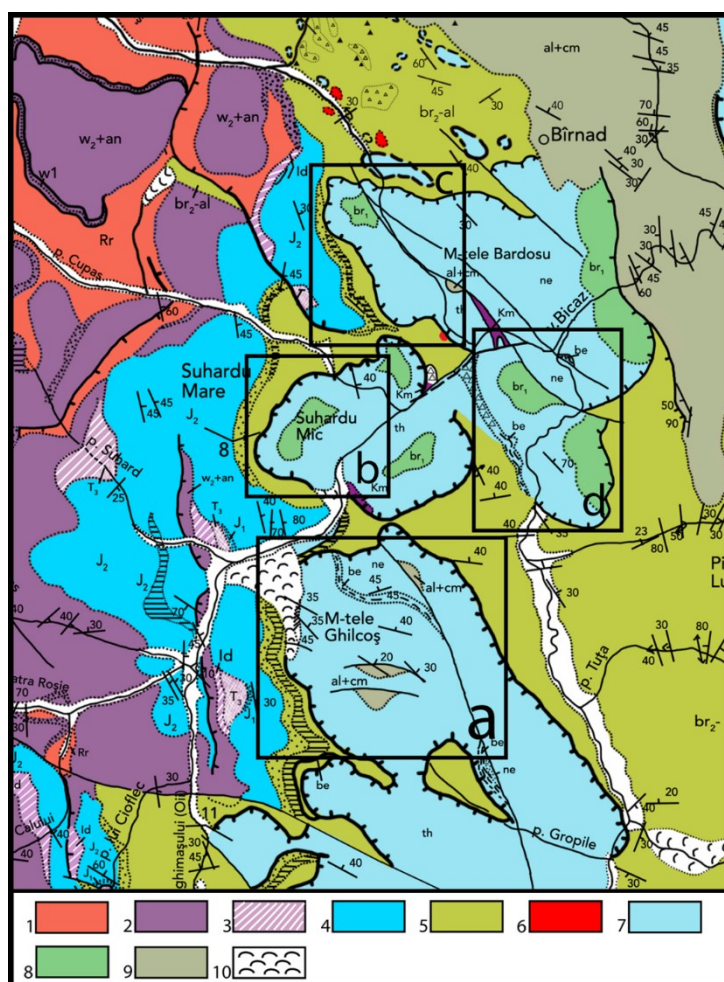


Fig. 3: Harta Geologică a Munților Hăghimaș (după Săndulescu, 1975). **Pânza Bucovinică:** 1. „Seria” gnaiselor de Rarău; 2. Dolomite (Campilian-Anisian); 3. Calcare albe (Ladinian); 4. Grezocalcare (Bathonian-Callovian-Oxfordian); 5. Formațiunea de Wildflych (Barremian-Albian). **Pânza de Hăghimaș:** 6. „Strate de Werfen”; 7. Calcare masive (Kimmeridgian-Thitonian-„Neocomian”); 8. Calcare masive (Barremian-Aptian inferior în facies urgonian); **Cuvertura post-tectonică:** 9. Conglomerate de Bârnadu (Albian-Cenomanian); 10. Pornituri, conuri de dejecție, grohotișuri (Holocen). Zonele **a, b, c, d** marchează arealele în care au fost ridicate secțiunile studiate.

5. Calcarele din Muntele Ghilcoș

Muntele Ghilcoș (Fig. 3a) este unul din cele 4 puncte de interes major în studiul de față. Calcarele „*neocomiene*” (Berriasian-Valanginian-?Hauterivian) apar de obicei stratificate, în nuanțe de culoare roșie, gălbuie și gri. Acestea se dispun în continuitate sedimentară peste calcarele de tip Štramberk, tithoniene, cu grosimi de până la 200 m.

De aici au fost colectate un număr de 246 de probe, fiind numerotate de la 001 la 246. Intervalul la care a fost făcută prelevarea a variat între 0.5 și 2 m. În urma analizelor de laborator s-au obținut date sedimentologice și micropaleontologice, care au dus la identificarea următoarelor tipuri de microfaciesuri: wackestone peloidal cu litoclaste și foraminifere bentonice; wackestone bioclastic/litoclastic cu fragmente de bivalve și foraminifere; wackestone bioclastic cu dasycladale; wackestone bioclastic cu fragmente de alge și foraminifere bentonice; wackestone grosier bioclastic/litoclastic cu foraminifere bentonice; wackestone cu structuri de tip *Bacinella*; wackestone fenestral; floatstone bioclastic/litoclastic cu fragmente de bivalve; floatstone bioclastic cu alge și moluște; floatstone litoclastic cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu; floatstone cu oncoide porostromate; floatstone oncoidal cu litoclaste/bioclase; packstone bioclastic/litoclastic cu dasycladale și aport terigen; packstone bioclastic/litoclastic cu alge și fragmente de bivalve; grainstone/rudstone bioclastic cu alge verzi și oncoide microbiale (Fig. 4).

Asociația micropaleontologică, din calcarele ce aflurează în Muntele Ghilcoș este formată din: alge verzi [*Actinoporella podolica* (Alth), *Chypeina* cf. *loferensis* Schlagintweit, Dieni & Radoičić, *C. parasolkani* Farinacci & Radoičić, *C. radici* (Sokač), *Deloffrella quercifoliipora* (Granier & Michaud), *Permocalculus dragastani* Bucur, *Pseudotrinoeladus piae* (Dragastan), *Rajkaella bartheli* (Bernier), *R. iailensis* (Maslov), *R. minima* (Jaffrezo), *R. subtilis* (Dragastan), *Salpingoporella anulata* Carozzi, *S. circassa* (Farinacci & Radoičić), *S. cf. katzeri* (Conrad & Radoičić), *S. praturloni* (Dragastan), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Zergabriella embergeri* (Bouroullec & Deloffre)], foraminifere bentonice [*Bramkampella arabica* (Redmond), *Charentia cuvillieri* Neumann, *Coscinococcus alpinus* (Leupold), *C. Campanellus* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. Cherchiaie* (Arnaud-Vanneau, Boissau & Darsac), *C. chiocchinii* (Mancinelli & Coccia), *C. delphinensis* (Arnaud-Vanneau, Boissau & Darsac), *C. schuberti* Leupold, *Everticyclammina* cf. *kelleri* (Henson), *E. virguliana* (Koechlin), *Freixialina planispiralis* Ramalho, *Haplophragmoides joukowskyi* Charollais, Brönnimann & Zaninetti, *Mohlerina basiliensis* (Mohler), *Montsalevia salevensis*

(Charollais et al.), *Nautiloculina broennimanni* Arnaud-Vanneau & Peybernes, *Protopeneroplis ultragranulata* (Gorbachik), *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama), *Torinosuela peneropliformis* (Yabe & Hanzawa)].

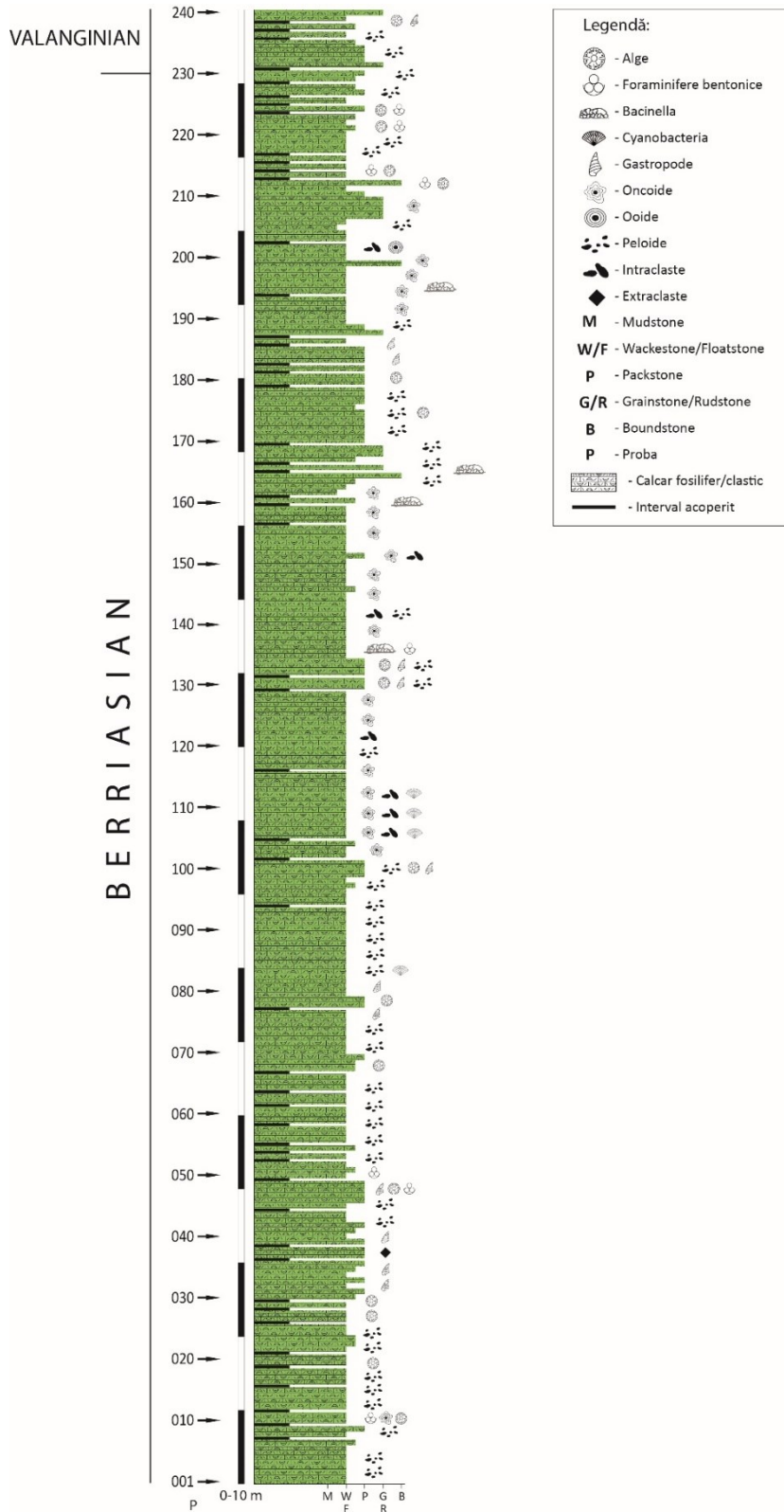


Fig. 4: Coloană stratigrafică generalizată a calcarelor din Muntele Ghilcoș.

5.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Muntele Ghilcoș

MFG 1 Wackestone peloidal/bioclastic/litoclastic

Acest tip de microfacies predomină în aproape întreaga succesiune sedimentară a profilului Ghilcoș, cu unele intercalații de packstone-uri și grainstone-uri în a doua jumătate și subordonat cu unele floatstone-uri. O caracteristică principală a acestor subtipuri faciesale este abundența peloidelor care poate ajunge uneori la 70% din totalul particulelor. În general variază de la forme angulare până la forme bine rotunjite fiind diseminate în masa micritică. Asociația de bioclaste are în componență fragmente de moluște (gastropode și bivalve), foraminifere bentonice, alge calcaroase verzi și fragmente de echinoderme; apar uneori incrustații biogene. Cyanobacteriile de tip Rivulariaceu își fac apariția, de obicei, diseminate în masa micritică. În multe dintre cazuri matricea apare neomogenă, predominant micritică, dar, uneori poate apărea și silt vados (în special în golurile fenestrale) sau microsparit. Structurile fenestrale sunt și ele o componentă importantă a acestor tipuri de faciesuri; în matricea neomogenă sunt prezente și structuri de bioturbație.

Interpretare

Asociația de microfacies MFG 1 identificată în depozitele carbonatice din zona Ghilcoș indică un mediu de platformă internă, uneori cu caracter restrictiv, cu oscilații spre marin deschis de mică adâncime cu hidrodinamică variabilă, în general scăzută.

MFG 2 Packstone bioclastic/litoclastic

Acest microfacies apare atât în primele două treimi ale succesiunii, cât și, cu o frecvență mai mare, pe ultima parte a acesteia. O trăsătură principală a acestor microfaciesuri este abundența în proporții relativ egale a peloidelor și bioclastelor. Asociația micropaleontologică cuprinde organisme incrustante, alge și foraminifere bentonice; mai apar gastropode, fragmente de bivalve și subordonat fragmente de echinoderme. De obicei bioclastele au înveliș micritic și în general sunt bine prelucrate. Peloidele, care apar în proporții relativ egale cu microfosilele, sunt de obicei rotunjite sau subrotunjite cu dimensiuni cel mai adesea în jur de 0.4 mm și frecvențe care ating uneori 70% din masa particulelor. Frecvent apar diseminate în masa micritică și sunt asociate cu foraminifere bentonice, fragmente de alge și subordonat ooide. Structurile fenestrale reprezintă de asemenea o caracteristică importantă în această asociație de facies, având forme neregulate deseori cu umplutură geopetală. În unele cazuri apar particule terigene de cuarț cu mărimi sub 0.2 mm, angulare sau subangulare.

Interpretare

Caracteristicile acestor depozite indică un mediu depozițional de platformă internă cu regim deschis, cu un bun aport sedimentar, unde circulația curenților pare să fi fost constantă (Flügel, 2004). Faceisurile cu aport terigen siliciclastic moderat indică proximitatea unor surse continentale.

MFG 3 Floatstone oncoidal/microbial cu organisme incrustante

MFG 3 apare, la fel ca MFG 2, în primele două treimi ale succesiunii și spre finalul profilului. Caracteristica principală a acestei asociații de facies o constituie oncoidele porostromate sau macroidele. Subordonat apar și unele faciesuri care nu sunt dominate de oncoide, cu fragmente de gastropode și rudiști. Asociația micropaleontologică este săracă în foraminifere și alge calcaroase, însă sunt frecvente organismele incrustante și cyanobacteriile de tip Rivulariaceu care participă la formarea oncoidelor. Oncoidele identificate depășesc în mare parte 1 cm, unele ajungând la dimensiuni de 6 cm, ele fiind încadrate în clasa macroidelor. Fragmentele de moluște sunt numeroase și ele formează o mare parte din nucleele oncoielor. Sedimentul dintre oncoide este în general micritic și conține fragmente de gastropode, rudiști, intraclaste și subordonat foraminifere aglutinante.

Interpretare

Oncoidele porostromate (scheletice) sau spongiostromate (non-scheletice), reprezintă o componentă obișnuită a zonelor intertidale și subtidale de apă puțin adâncă (Flügel, 2004). Abundența componentelor scheletice și structura laminară a unor oncoide indică medii marin normale, de lagună deschisă, cu fluctuații ale energiei apei (Flügel, 2010).

MFG 4 Grainstone grosier cu peloide, bioclaste și structuri microbiale

Grainstone-urile apar cu ponderea cea mai mică în această succesiune, doar în ultima parte a profilului. Trăsăturile importante care caracterizează acest tip de facies sunt peloidele, cortoidele și sortarea relativ bună.

În asociația micropaleontologică ponderea cea mai mare o au fragmentele de gastropode; subordonat apar foraminiferele și algele calcaroase; sunt prezente de asemenea fragmente de echinoderme. Frecvența biocastelor ajunge în unele cazuri la 70% din totalul particulelor. Peloidele prezintă sortare bună și au dimensiuni în jurul a 0.2 – 0.4 mm. Sunt prezente și organisme incrustante, care formează fie noduli fie cruste. Spațiile intergranulare sunt umplute cu ciment de tip granular, druzic sau cu ciment de tip blocky în faciesurile bioclastice grosiere.

Interpretare

Cortoidele, peloidele și în general orice tip de granule cu înveliș, împreună cu cimentul sparitic, indică mediile subtidale, de apă puțin adâncă, bine oxigenate și luminate (Flügel, 2010). Bioclastele în general bine prelucrate se formează de obicei în zone cu o acțiune constantă a curenților, la baza ori deasupra bazei valurilor. Aceste caracteristici indică un mediu de platformă internă deschisă (Flügel, 2010).

5.2. Vârsta calcarelor din Muntele Ghilcoș

Speciile de microfosile care apar exclusiv în intervalul “*Neocomian*” (Berriasian-Valanginian-?Hauterivian) sunt: *Clypeina radici*, *Rajkaella minima*, *Salpingoporella circassa*, *S. cf. katzeri*, *S. praturloni*, *Coscinoconus cherchiaie*, *Montsalevia salevensis*, *Haplophragmoides joukowski*.

Dintre microfosilele menționate mai sus, de o importanță deosebită este foraminiferul *Montsalevia salevensis*, care apare în topul succesiunii, întâlnit frecvent în depozitele Valanginianului inferior.

6. Calcarele din Muntele Suhardu Mic

Muntele Suhardu Mic (Fig. 3b) este al doilea punct de interes major în studiul de față. Din cercetările efectuate până la momentul actual se cunoaște că Suhardu Mic cuprinde o succesiune de depozite calcaroase de aprox. 600 m. Acestea înglobează calcare cu vârste ce încep din Thitonian (Calcarele de tip Štramberk) urmate în continuitate sedimentară de calcarele “*neocomianului*” (Berriasian-Valanginian-?Hauterivian), și formațiunea “*urgoniană*” (Barremian-Aptian inferior) cu calcare masive albe, gălbui și roșiatice (Grasu et al., 2012). Intervalul de probare a acestor depozite calcaroase a variat între 0.5 și 2 m. S-a colectat un număr de 188 de eșantioane, numerotarea făcându-se de la 250 la 437. În urma analizelor de laborator s-au obținut date sedimentologice și micropaleontologice, care au dus la identificarea următoarelor tipuri de microfaciesuri: wackestone peloidal, wackestone peloidal/bioclastic, wackestone peloidal/fenestral, wackestone cu *Anchispirocyclina lusitanica*, wackestone peloidal/intraclastic, wackestone/floatstone oncoidal, floatstone bioclastic cu organisme incrustante, floatstone oncoidal cu litoclaste și peloide, packstone/wackestone peloidal/bioclastic cu litoclaste, packstone

peloidal/bioclastic/litoclastic, packstone cu organisme microbiale, packstone cu alge dasycladale, packstone litoclastic/peloidal cu oncoide, packstone fenestral, packstone/grainstone peloidal/bioclastic/litoclastic, packstone/grainstone peloidal/bioclastic/litoclastic cu organisme microbiale, packstone/grainstone peloidal cu bioclaste, grainstone litoclastic/peloidal, grainstone fenestral cu peloide, grainstone/packstone peloidal/bioclastic/litoclastic, grainstone/packstone fenestral cu peloide și bioclaste, grainstone/packstone cu alge dasycladale, rudstone bioclastic cu organisme incrustante, rudstone oncoidal cu peloide, rudstone cu fragmente recifale, rudstone fenestral, bindstone peloidal/fenestral, bindstone cu *Bacinella* sp. (Fig. 5).

Asociația micropaleontologică care a fost identificată în calcarele din această zonă este următoarea: alge calcaroase [*Actinoporella podolica* (Alth), *Clypeina* cf. *loferensis* - Schlagintweit, Dieni & Radoičić, *C. parasolkani* Farinacci & Radoičić, *C. gr. solkani* Conrad & Radoičić, *C. sulcata* (Alth), *Griphoporella jurassica* (Endo), *Neoteutoporella socialis* (Praturlon), *Petrascula bursiformis* (Etallon), *Rajkaella bartheli* (Bernier), *R. iailensis* (Maslov), *Salpingoporella anulata* Carozzi, *S. pygmaea* (Gümbel), *S. steinhauseri* Conrad, Praturlon & Radoičić, *Terquemella* sp., *Triploporella remesi* (Steinmann)], foraminifere bentonice [*Ammobaculites* sp., *Anchispirocyclina lusitanica* (Egger), *Bramkampella* sp., *Bulbobaculites felixi* Pleș, Bucur & Săsăran, *Belorussiella* sp., *Charentia evoluta* (Gorbachik), *Coscinoconus campanellus* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. cherchiaie* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. delphinensis* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. elongatus* Leupold, *C. sagittarius* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *Everticyclammina* sp., *Freixialina* sp., *Frentzenella* sp., *Mohlerina basiliensis* (Mohler), *Nautiloculina broennimanni* Arnaud-Vanneau & Peybernes, *Protopenneroplis ultragranulata* (Gorbachick), *Pseudocyclammina* sp., *Redmondoides* sp., *Siphovalvulina variabilis* Septfontaine, *Spiraloconulus suprajurassicus* Schlagintweit], organisme incrustante [*Bacinella irregularis* Radoičić, *Koskinobulina* sp., *Lithocodium aggregatum* Elliott, *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes], calpionellide [*Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionellopsis oblonga* (Cadish), *Tintinopsella* sp.].

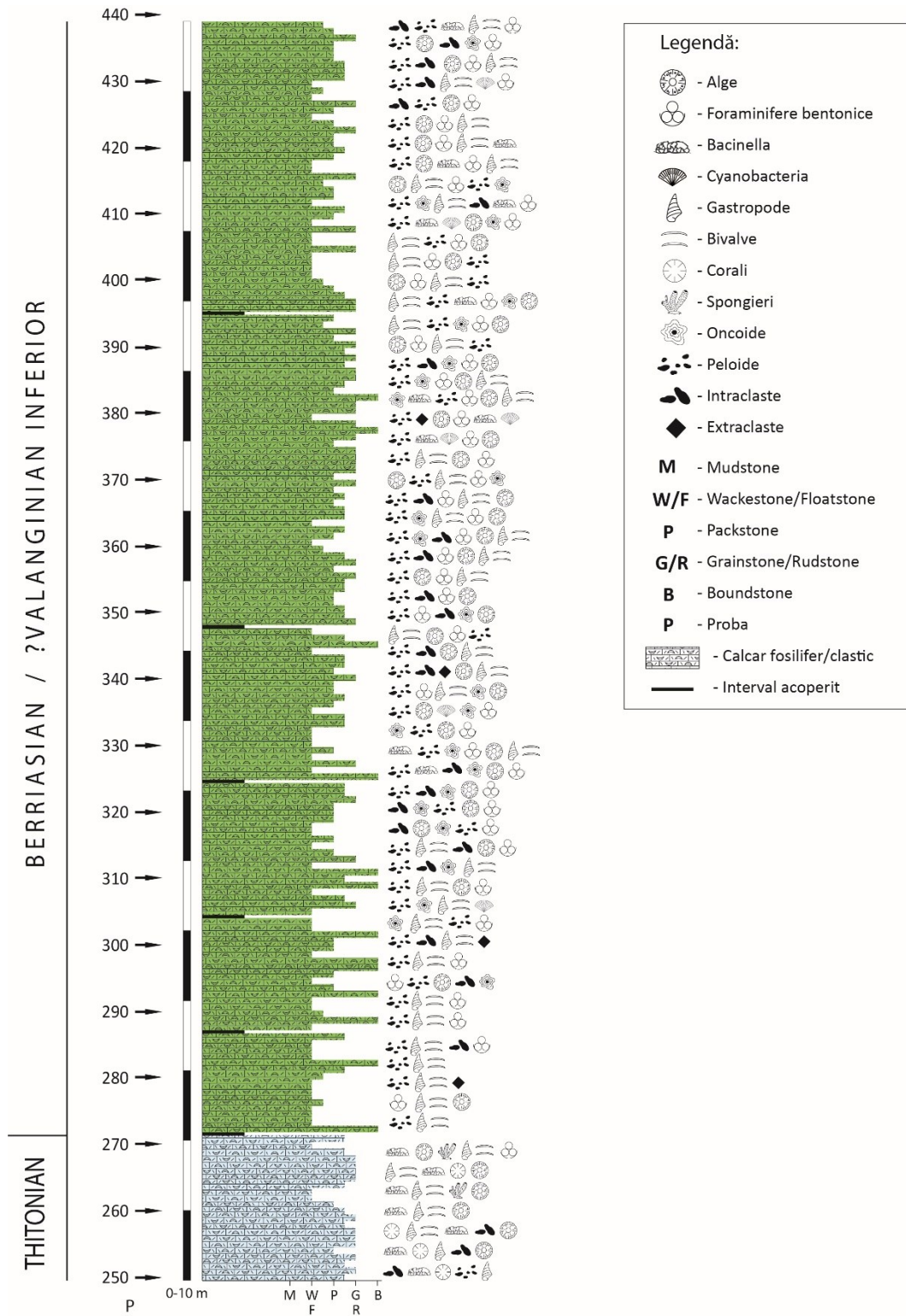


Fig. 5: Coloană stratigrafică generalizată a calcarelor din Suhardu Mic.

6.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Muntele Suhardu Mic

MFS 1 Wackestone peloidal/bioclastic

Microfaciesul de tip wackestone este absent în totalitate din prima parte a profilului, fiind întâlnit cel mai frecvent în zonele mediane și superioare.

Bioclastele din MFS 1 sunt reprezentate prin fragmente de gastropode și bivalve, alge calcaroase, foraminifere bentonice, organisme incrustante, calpionellide și cyanobacterii de tip Rivulariaceu; unele bioclaste sunt incrustate biogen. Componentele non-scheletice sunt reprezentate preponderent prin peloide, de obicei submilimetrice. Intraclastele apar mai rar decât peloidele și au forme de la sferice la neregulate, uneori asociate cu extraclaste de cuarț. Sunt prezente de asemenea unele granule cu înveliș micritic superficial; acestea pot fi parțial sau total micritizate. Componentele variază cantitativ între 10% și 30% și sunt înglobate într-o masă micritică cu apariții izolate de ciment sparitic, microsparit sau silt. Roca este de obicei diaclazată; apar frecvent structuri fenestrare; golurile sunt umplute cu ciment sparitic sau cu sediment geopetal; izolat apar pigmentații feruginoase.

Interpretare

Asociația de microfacies MFS 1 indică în principal un mediu de platformă internă, deseori cu un caracter ușor restrictiv, cu oscilații spre marin deschis de mică adâncime și o hidrodinamică în general scăzută. Aportul terigen siliciclastic moderat/slab indică apropierea platformei carbonatice de unele surse continentale.

MFS 2 Packstone și packstone/grainstone peloidal/bioclastic/litoclastic

MFS 2 este prezentă pe toată grosimea profilului Suhardu Mic, fiind cea mai abundentă asociație de microfacies.

Asociația micropaleontologică este formată din alge calcaroase, foraminifere bentonice, calpionellide. Asociat acestor microfosile se găsesc, destul de abundent, organisme incrustante, fragmente de moluște (gastropode și bivalve), spongieri și cu o frecvență mai redusă fragmente de corali; mai apar asociat noduli microbiali, cyanobacterii de tip Rivulariaceu și radiole de echinide. Unele bioclaste mari (dimensiuni milimetrice) sunt incrustate biogen. Componentele non-bioclastice sunt reprezentate predominant prin peloide și intraclaste;

Fabricul prezintă suport granular cu compactare moderată; acesta conține frecvent structuri laminoid-fenestrare umplute cu ciment sparitic sau sediment intern geopetal; uneori

sunt prezente pigmentații feruginoase. Liantul este constituit din micrit, ciment sparitic, microsparit și, cu o frecvență mai mică, silt.

Interpretare

Algele dasycladale prezente în asociația de microfacies MFS 2 indică un mediu subtidal, adâncimea apei nedepășind 30 m (zona predominantă fiind între 5-10 m), cu un substrat nisipos sau mâlos și o hidrodinamică scăzută spre moderată. Structurile laminoid-fenestrare apar de obicei în mediile intertidale, dar mai ales în cele supratidale, uneori fiind legate, posibil, de expunere aeriană. Toate aceste trăsături sunt caracteristice unui mediu depozițional de platformă internă cu regim oscilant de la deschis la restrictiv (probabil lagunar), cu fluctuații ale energiei apei și un bun aport sedimentar (Flügel, 2010).

MFS 3 Grainstone și rudstone peloidal/litoclastic/biologic

Asociația de microfacies MFS 3 se caracterizează prin prezența abundentă a granulelor (atât scheletice cât și non-scheletice). Bioclastele constau din fragmente de alge dasycladale, alge udoteacee, foraminifere bentonice. Mai întâlnim fragmente de gastropode și bivalve, organisme încrustante cyanobacterii de tip Rivulariaceu, rudiști, spongieri, fragmente de corali, alge roșii, spiculi de echinide; uneori se pot identifica incrustații biogene produse de organisme precum *Bacinella* sp. sau noduli microbiali. Granulele non-scheletice apar în cantități aproximativ egale cu cele scheletice. Printre acestea predomină peloidele urmate de intraclaste, oncoide și cu o frecvență mai redusă extraclastele de cuarț. Structura are suport granular și este predominant fenestrată, uneori cu apariții de sediment intern geopetal.

Interpretare

Fragmentele mari bioclastice, specifice acestui tip de asociație de microfacies (MFS 3) sunt cel mai des întâlnite în zonele marin deschise sau margine de platformă, dar pot să se extindă până la habitatele restrictive (Flügel, 2010). Bioclastele, în general bine prelucrate, se formează de obicei în zone cu o acțiune constantă a curenților, la baza ori deasupra bazei valurilor (Flügel, 2010). Toate aceste caracteristici indică medii care au oscilat de la zone de platformă internă, uneori restrictivă sau mai frecvent deschisă, până la zone de margine de platformă.

MFS 4 Bindstone

Microfaciesurile de tip bindstone sunt cel mai puțin abundente și, cu câteva excepții, apare exclusiv în secțiunea a II-a. Bioclastele sunt reprezentate în principal prin fragmente de moluște (gastropode și bivalve) și organisme; subordonat mai apar foraminifere bentonice și

fragmente de alge calcaroase. Componentele non-scheletice sunt reprezentate predominant prin peloide; asociat, apar intraclatste și rareori oncoide. Cantitativ, granulele componente variază între 40% și 60%, cea mai mare parte fiind ocupată de peloide. Fabricul prezintă suport granular, cu prezența frecventă a structurilor laminoid-fenestrare, în cadrul cărora au fost identificate sub-tipurile LF-A și LF-B. Acestea conțin ciment sparitic sau sediment intern geopetal (uneori cu pigmentații feruginoase). Liantul constă din micrit, ciment sparitic și mai rar microsparit.

Interpretare

Trăsăturile acestor microfaciesuri (MFS 4) sugerează că ele s-au format în medii subtidale, sub zona de influență a valurilor (Flügel, 2010).

6.2. Vârsta calcarelor din Muntele Suhardu Mic

Printre studiile care vizează zona Suhardului Mic se numără cele ale lui Preda și Pelin (1962 - 1968), care au determinat o faună cu rudiști ”*urgonieni*”, care le-au permis separarea cartografică a Jurasicului superior de Cretacicul inferior.

Atestarea paleontologică a ”*Neocomianului*” și separarea acestuia de Calcarele de tip Štramberk, tithoniene, a fost realizată de Grasu (1969, 1970). Sinteza lui Dragastan (1975), oferă cea mai completă abordare microfacială a stivei de calcare malm-urgoniene din această zonă (Grasu et al, 2012).

Speciile care apar doar în intervalul ”*Neocomian*” (Berriasian-Valanginian) sunt următoarele: *Coscinoconus campanellus*, *C. cherchiaie*, *C. delphinensis*, *C. perconigi*, *Clypeina radici*, *Salpingoporella katzeri*, *S. praturloni*, *S. steinhauseri*, *Calpionella alpina*, *Calpionellopsis oblonga*.

Dintre microfosilele menționate mai sus, *Calpionella alpina* și *Calpionellopsis oblonga* sunt foarte importante, fiind specii marker stratigrafic pentru intervalul Berriasianului. *Anchispirocyclina lusitanica*, foraminifer caracteristic Jurasicului superior se întâlnește de asemenea în partea inferioară a Berriasianului, în multe locuri marcând limita Jurassic superior – Cretacic inferior.

Din cele expuse mai sus reiese că rocile carbonatice care aflorază în Suhardu Mic, analizate de noi prin cele 4 profile, aparțin Berriasianului, eventual Valanginianului inferior. Prezența în toate profilele a speciei *Clypeina sulcata* pledează mai degrabă doar pentru existența Berriasianului. Valanginianul superior-Hauterivianul și mai ales Barremian-Aptianul inferior (“*Urgonian*”) nu sunt indicate de niciuna dintre microfosilele identificate.

Pentru aceasta se pot avansa două explicații: (1) Fie întreaga succesiune din Suhardul Mic aparține intervalului Tithonian superior-Valanginian inferior și etajele superioare (Hauterivian-Barremian-Aptian) au fost greșit identificate de autorii anteriori, fie (2) profilul 4, care corespunde falezei superioare de calcare, atribuită “*Urgonianului*” și eșantionat de noi într-o porțiune laterală a masivului, a interceptat un compartiment ridicat al Berriasianului, separat de faleza barremiană printr-o falie. În plus, este posibil ca în cadrul succesiunii să existe întreruperi de sedimentare la nivelul “*Neocomianului*” superior (Valanginian superior-Hauterivian), aceste etaje nefiind practic dovedite paleontologic în niciunul dintre profilele eșantionate în zona Cheilor Bicazului.

7. Calcarele din Valea Lapoș

Capitolul de față prezintă al treilea punct de importanță majoră și anume, Valea Lapoș (Fig. 3c). Ultimele cercetări importante din această zonă au fost efectuate de Dragastan (2011), care oferă o serie de informații de ordin stratigrafic și micropaleontologic. Autorul consideră că succesiunea cuprinde intervalul Tithonian-Hauterivian, în continuitate de sedimentare și menționează zone de calpionellide care acoperă intervalul Tithonian-Berriasian. De asemenea, Dragastan (2011) a identificat două suprafețe de discontinuitate (Berriasian inferior-Berriasian superior, respectiv Valanginian inferior-Hauterivian).

Au fost colectate aproximativ 340 de eșantioane (numerotate de la 438 la 783) din care au fost realizate 350 de secțiuni subțiri. Probarea s-a realizat pe toată lungimea Cheilor Lapoșului, cu o rezoluție de aproximativ 5 m; succesiunea investigată începe chiar după confluența cu Valea Bicazului și continuă în amonte pe o distanță de ~ 2 km până în zona Pietrei Bardosului. După primii 700 m liniari a fost observată o falie (în zona probei 584), după care succesiunea prezintă caracteristici microfaciesale distincte în raport cu prima parte. În acest context zona probată a fost împărțită în două: profilul 1 și profilul 2.

Pentru studiul asociațiilor de microfacies și microfosile, secțiunile subțiri au fost analizate la microscopul binocular; aceste analize au dus la identificarea următoarelor tipuri de microfacies:

Profilul 1 - wackestone bioclastic cu alge dasycladale, wackestone bioclastic/peloidal cu alge dasycladale, wackestone bioclastic/peloidal cu *Bramkampella* sp., wackestone bioclastic/peloidal cu organisme incrustante, wackestone bioclastic/peloidal fracturat, wackestone peloidal/bioclastic cu foraminifere, wackestone peloidal/bioclastic cu

calpionellide, wackestone peloidal, wackestone intraclastic, wackestone intraclastic/peloidal cu *Anchispirocyclina* sp., wackestone microbial, wackestone/floatstone bioclastic cu *Mohlerina* sp., wackestone/floatstone peloidal/bioclastic, wackestone/floatstone microbial cu *Bacinella* sp., wackestone/floatstone intraclastic, floatstone bioclastic cu rudiști, floatstone bioclastic cu organisme microbiale, floatstone cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu, floatstone bioclastic/peloidal cu alge dasycladale, floatstone oncoidal cu organisme incrustante, packstone peloidal cu oncoide și *Rivularia* sp., packstone/grainstone bioclastic cu *Coscinoconus* sp., packstone/grainstone peloidal/bioclastic, packstone/grainstone peloidal cu *Bacinella* sp., packstone/grainstone peloidal, packstone/grainstone litoclastic breicios, grainstone peloidal, grainstone litoclastic/peloidal, grainstone litoclastic breicios, grainstone bioclastic cu *Bacinella* sp., grainstone/rudstone bioclastic/peloidal, rudstone bioclastic, framestone cu *Bacinella* sp., bafflestone cu *Rivularia* sp., bindstone microbial (Fig. 6);

Profilul 2 - wackestone peloidal, wackestone peloidal/bioclastic cu alge dasycladale, wackestone/floatstone bioclastic/peloidal, wackestone/floatstone cu oncoide, floatstone microbial cu *Rivularia* sp., floatstone microbial cu oncoide, floatstone bioclastic cu rudiști, floatstone bioclastic cu *Rivularia* sp. și oncoide, floatstone bioclastic cu material terigen, floatstone oncoidal, packstone peloidal, packstone peloidal cu alge dasycladale, packstone peloidal cu foraminifere, packstone peloidal cu oncoide, packstone peloidal/litoclastic, packstone bioclastic cu foraminifere, packstone/grainstone bioclastic/peloidal, packstone/grainstone litoclastic/bioclastic, grainstone litoclastic breicios, grainstone litoclastic/bioclastic cu *Crescentiella* sp., grainstone bioclastic/peloidal, grainstone peloidal, grainstone/packstone bioclastic/peloidal, grainstone/packstone litoclastic breicios, grainstone/packstone microbial, grainstone/rudstone bioclastic/intraclastic cu *Crescentiella* sp., rudstone bioclastic, rudstone bioclastic/litoclastic, rudstone recifal, rudstone microbial, rudstone bioclastic cu spongieri, rudstone oncoidal, bindstone cu *Bacinella* sp., boundstone cu spongieri, boundstone recifal, framestone coraligen, framestone cu *Neoteutloporella* sp. (Fig. 6).

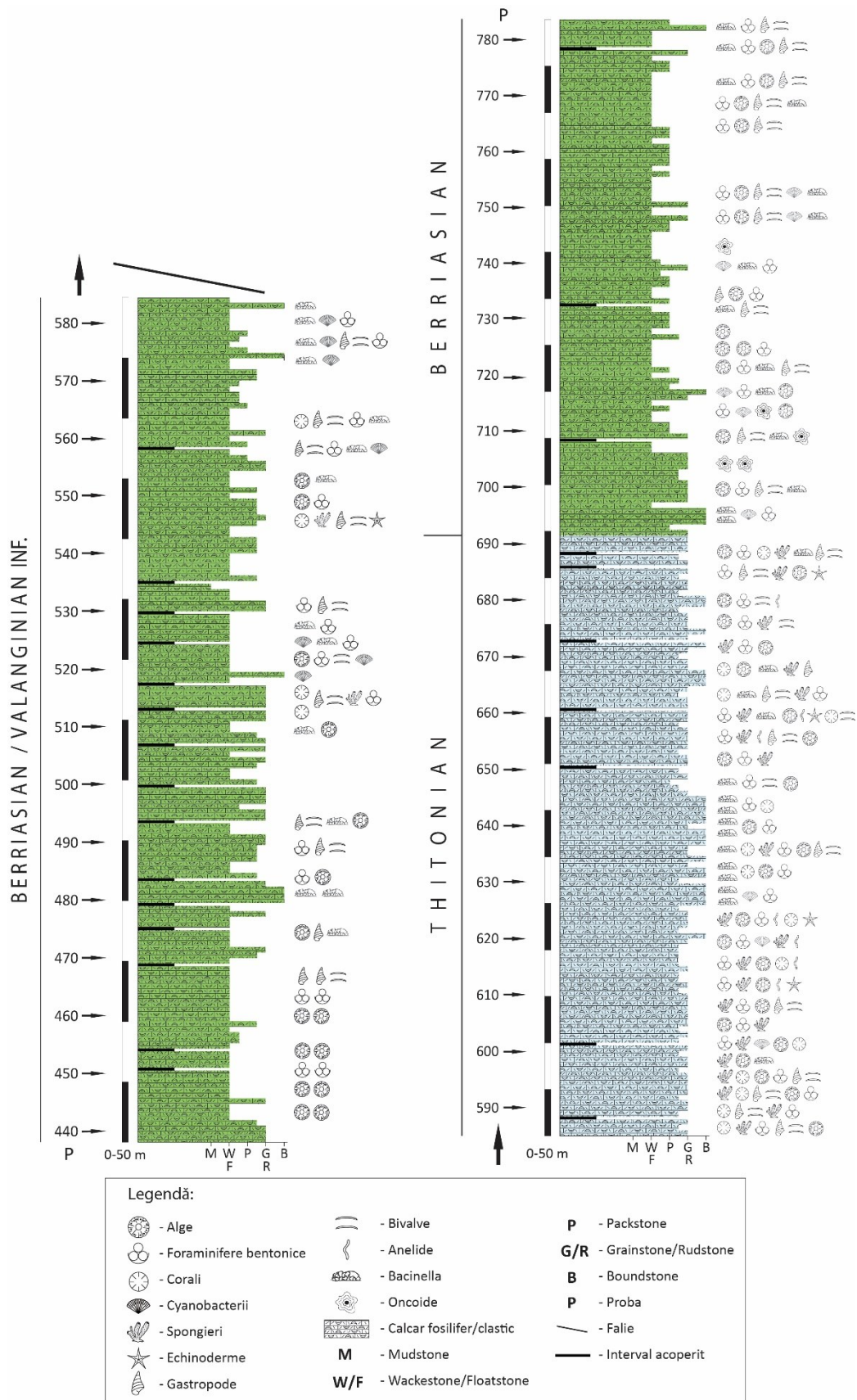


Fig. 6: Coloană stratigrafică generalizată a calcarelor din Valea Lapoș.

7.1. Asociațiile de microfacies în secțiunile din Valea Lapoș

MFL 1 – Wackestone peloidal-bioclasic

O trăsătură importantă a acestui facies este abundența peloidelor. În asociație sunt frecvent întâlnite alge dasycladale, foraminifere bentonice și calpionellide foarte slab conservate. Matricea este neomogenă și conține bioturbații. Mai rar au fost identificate structuri fenestrale, care uneori sunt laminare și au o orientare bine definită. Fenestrele sunt adesea umplute cu ciment sparitic sau silt vados care formează uneori structuri geopetale.

MFL 2 – Floatstone bioclasic-oncoidic

Acesta conține bioclaste care ating dimensiuni centimetrice și au forme care variază de la angulare la subrotunjite. Dintre aceste se pot menționa: fragmentele de rudiști, gastropode, bivalve, fragmente de corali sau radiole de echinide. Frecvent aceste bioclaste apar încrustate de microorganisme sau sunt asociate cu organisme încrustante. Oncoidele sunt de asemenea o parte importantă a acestui facies. Alte componentele sunt reprezentate în mare parte de peloide, intraclaste și uneori extraclaste (cuarț terigen).

MFL 3 – Packstone/wackestone peloidal-bioclasic-litoclasic

În acest facies peloidele sunt dominante, fiind împrăștiate uniform în masa micritică. Acestea prezintă dimensiuni mici (sub 0,5 mm) și sunt asociate cu foraminifere bentonice și alge calcareose. Peloidele se remarcă printr-o sortare moderată spre bună. Intraclastele apar cu frecvență redusă, au forme de la angulare până la subsferice, cu mărimi ce depășesc uneori 1 mm. Extraclastele de tip cuarțitic (de dimensiuni silto-arenitice) au origine terigenă, au forme angulare sau subangulare, dimensiuni sub 0,5 mm și apar diseminate în matrice. Cu o frecvență moderată apar și oncoide porostromate, de dimensiuni care uneori depășesc 1 mm, cu forme ovoidale. Nucleele sunt predominant de origine bioclasică. Fabricul acestora este moderat fracturat, diaclazele fiind umplute cu ciment sparitic. Porii intergranulari sunt umpluți cu micrit, microsparit și ciment sparitic; uneori apar pigmentații feruginoase.

MFL 4 – Grainstone/packstone bioclasic-peloidal-litoclasic

În acest facies peloidele sunt de forme și mărimi variate, între 0,1 și 1 mm. În general apar dispersate în masa rocii și asociate cu bioclaste. Microorganismele sunt reprezentate de foraminifere bentonice, cu mărimi sub 0,5 mm, fragmente de alge dasycladale care ajung la 1

mm, sau bivalve și gastropode. În mare parte toate aceste granule au un înveliș micritic superficial sau apar aproape în totalitate micritizate. În asociație pot fi observate și litoclaste cu forme de la angulare până la subrotunjite, cu mărimi care uneori depășesc 1 mm.

MFL 5 – Rudstone litoclastic-bioclastic

Microfaciesul rudstone este caracterizat de o pondere ridicată a fragmentelor de spongieri. Asociat acestora apar și alte bioclaste cum sunt organismele incrustante, fragmentele de alge dasycladale, echinodermele și diferite fragmente de moluște. Cu o pondere mai mică în masa rocii apar și litoclaste de tipul intraclastelor și extraclastelor (fragmente subangulare cuarțitice). Porii intergranulari sunt umpluți cu ciment sparitic sau silt vados alături de care se observă uneori pigmentații feruginoase. Cimentul sparitic ocupă o bună parte din masa rocii.

MFL 6 – Bindstone microbial

Bindstone este dominat de structurile de tip Bacinella. Aceste structuri sunt asociate cu alte organisme microbiale (ex. cyanobacterii) alături de care formează un cadru solid pentru susținerea clastelor. Alături de acestea se mai pot observa fragmente de alge dasycladale, fragmente de corali, fragmente de rudiști și alte fragmente de moluște. Porii intergranulari sunt umpluți cu micrit, izolat putând să apară și ciment sparitic.

MFL 7 – Framestone coraligen

În acest microfacies structurile coraligene predomină. Asociate acestora sunt organisme incrustante ca *Radiomura* sp. și *Crescentiella morronensis*. Componentele non-biotice sunt reprezentate în cea mai mare parte prin peloide cu mărimi sub 0.2 mm. Porii intergranulari sunt umpluți cu micrit și izolat cu ciment sparitic. Sunt frecvente diaclazele umplute cu ciment sparitic.

MFL 8 Framestone algal cu *Neoteutloporella socialis*

Acest tip de microfacies apare cu o frecvență redusă și constă exclusiv dintr-o specie de algă calcaroasă, din familia dasycladalelor. Această specie ocupă toată masa rocii, fiind în poziție de creștere.

7.2. Vârsta calcarelor din Valea Lapoș și distribuția faciesurilor

Unele date de ordin stratigrafic și micropaleontologic asupra profilului din Valea Lapoș au fost oferite de Dragastan (2011). Acestea vor fi completate cu informațiile din studiul actual.

Până în zona faliei succesiunea aparține intervalului Berriasian superior-?Valanginian inferior; peste falie apar depozite mai vechi aparținând intervalului Tithonian superior-Berriasian. Informațiile de ordin microfaciesal și micropaleontologic vor fi prezentate în ordin stratigrafic.

Tithonian superior-Berriasian

Acest interval (eșantioanele 585 – 783) este dominat de faciesuri caracteristice pentru o margine de platformă cu variații hidrodinamice. În prima parte se poate remarca o dominanță a faciesurilor de tipul boundstone (mai rar framestone), rudstone și grainstone în care abundă bioclastele provenite din zona recifală (**MFL4, MFL5, MFL7, MFL8**); spre partea superioară se trece spre faciesuri mai restrictive, bogate în micrit, de tipul floatstone, packstone, wackestone sau bindstone (**MFL1, MFL2, MFL3, MFL6**). În prima parte microfaciesurile se caracterizează printr-o abundență a fragmentelor recifale grosiere, printre care spongieri, corali, alge roșii, alge dasycladale, foraminifere bentonice, dar și o abundență sporită a fragmentelor litoclastice, angulare, mari. Abundența peloidelor și a structurilor microbiale caracterizează a doua parte, unde sunt observate de asemenea fragmente de alge dasycladale, foraminifere bentonice și granule cu înveliș.

Asociația micropaleontologică este alcătuită din: **alge** [*Campbelliella striata* (Carozzi), *Griphoporella cretacea* (Dragastan), *G. jurassica* (Endo), *Neoteutloporella socialis* (Praturlon), *Nipponophycus ramosus* Yabe & Toyama, *Solenopora jurassica* Brown, *Triploporella remesi* Steinmann, *Actinoporella podolica* (Alth), *Arabicodium* sp., *Clypeina isabellae* Masse, Bucur, Virgone & Delmasso, *C. loferensis* Schlagintweit, Dieni & Radoičić, *C. parasolkani* Farinacci & Radoičić, *C. sulcata* (Alth), *Deloffrella quercifoliipora* Granier & Michaud, *Linoporella* sp., *Neomeris* sp., *Permocalculus* sp., *Petrascula bursiformis* (Etallon), *Pseudotrinoeladus piae* (Dragastan), *Rajkaella bartheli* (Bernier), *R. subtilis* (Dragastan), *Salpingoporella pygmaea* (Gümbel), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri)], **foraminifere** bentonice [*Ammodiscus* sp., *Charentia evoluta* (Gorbachik), *Coscinoconus alpinus* Leupold, *C. chiochinii* Mancinelli. & Coccia, *C. delphinensis* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. cherchiaie* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. elongatus*

Leupold, *C. molestus* (Gorbachik), *C. perconigi* (Neagu), *Coscinophragma cribrosa* (Reuss), *Lenticulina* sp., *Mohlerina basiliensis* (Mohler), *Neotrocholina infragranulata* (Noth), *Reophax* sp., *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes, *Ammobaculites* sp., *Everticyclammina virguliana* (Koechlin), *Freixialina planispiralis* Ramalho, *Haplophragmoides joukowskyi* Charollais, Brönnimann & Zaninetti, *Lenticulina* sp., *Mayncina* sp., *Nautiloculina broennimanni* Arnaud-Vanneau & Peybernès, *Protopeneroplis ultragranulata* (Gorbachik), *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama), *Siphovalvulina variabilis* Septfontaine], **microproblematic** [*Bacinella irregularis* Radoičić, *Crescentiella morronensis* (Crestenti), *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou, *Koskinobulina socialis* Cherchi & Schroeder, *Labes atramentosa* Eliášova, *Lithocodium aggregatum* Elliott, *Perturbatacrusta leini* Schlagintweit & Gawlick, *Pseudorothpletzella* sp., *Radiomura cautica* Senowbari-Daryan & Schäfer], **sclerospongieri** [*Calcistella jachenhausenensis* Reitner, *Neuropora lusitanica* Termier & Termier, *Thalamopora lusitanica* Termier & Termier, *Cladocoropsis mirabilis* Felix], anelide (*Terebella lapilloides* Münster), fragmente de corali, echinoderme, rudiști și alte tipuri de moluște.

Dintre aceste specii de microfosile, reprezentative din punct de vedere biostratigrafic sunt algele *Campbelliella striata* (Tithonian cf. Granier & Deloffre, 1994; Tithonian superior-Berriasian inferior cf. Bucur et al., 2014), *Neoteutloporella socialis* (Kimmeridgian-Tithonian cf. Granier & Deloffre, 1994; Bassoulet, 1997; Bucur, 1999) *Petrascula bursiformis* (Kimmeridgian-Tithonian cf. Granier & Deloffre, 1994), *Clypeina sulcata* (Kimmeridgian-Berriasian cf. Bassoulet, 1997; Bucur, 1999), *Clypeina parasolkani* (Berriasian cf. Farinacci & Radoicic, 1991; Berriasian-Valanginian cf. Bucur & Săsăran, 2005; Bruni et al., 2007; Tithonian-Berriasian cf. Schlagintweit, 2011), *Otternstella lemmensis* (Kimmeridgian superior-Berriasian inferior cf. Granier and Deloffre, 1993), *Rajkaella bartheli* (Kimmeridgian-Berriasian cf. Bucur et al., 2013); spongierii *Neuropora lusitanica*, *Thalamopora lusitanica* și *Calcistella jachenhausenensis* (Tithonian cf. Reitner, 1992; Pleș et al., 2012; Kaya et al., 2015); Foraminiferele *Charentia evoluta* (Kimmeridgian superior-Valanginian cf. Olszewska, 2010), diferitele specii de *Coscinococonus* (Tithonian superior-Valanginian inferior cf. Arnaud-Vanneau et al., 1988; Neagu, 1994, 1995; Bucur et al., 1995, Bucur & Săsăran, 2005), *Haplophragmoides joukowskyi* (Berriasian superior-Hauterivian cf. Altiner 1991; Bucur et al., 1995, Ivanova, 2000), microproblematicile *Iberopora bodeuri* (Berriasian cf. Uta & Bucur, 2003; Oxfordian-Berriasian cf. Schlagintweit, 2004) sau anelidul *Terebella lapilloides* (Kimmeridgian-Berriasian inferior cf. Kaya & Altiner, 2014) (Fig. 145).

Asociația descrisă indică apartenența succesiunii la intervalul Tithonian superior-Berriasian, limita între cele două neputând fi stabilită cu exactitate pe baza microfosilelor identificate.

Berriasian superior-?Valanginian inferior

Succesiunea atribuită acestui interval are caractere similare cu partea superioară a celei descrise anterior, fiind compusă în principal din faciesuri caracteristice platformei interne cu variații hidro dinamice, care manifestă o ușoară tranziție spre domeniul peritidal (**MFL1, MFL2, MFL3, MFL4**). Se observă o dominanță a bioclastelor (moluște, alge dasycladale, organisme microbiale, foraminifere bentonice), urmate de peloide și litoclaste (intraclaste și extraclaste).

Asociația micropaleontologică este alcătuită din: **alge** [*Actinoporella podolica* (Alth), *Arabicodium* sp., *Clypeina* cf. *loferensis* Schlagintweit, Dieni & Radoičić, *C. maslovi* Praturlon, *C. parasolkani* Farinacci & Radoičić, *C. solkani* Conrad & Radoičić, *C. sulcata* (Alth), *Cylindroporella* sp., *Deloffrella quercifoliipora* Granier & Michaud, *Felixporidium* sp., *Holosporella* sp., *Otternstella lemmensis* (Bernier), *Permocalculus* sp., *Petrascula bursiformis* (Etallon), *Rajkaella bartheli* (Bernier), *R. iailensis* (Maslov), *R. subtilis* (Dragastan), *Russoella* sp., *Salpingoporella anulata* (Carozzi), *S. pygmaea* (Gümbel), *Suppiluliumella* sp., *Solenopora jurassica* Brown, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri)], **foraminifere bentonice** [*Ammobaculites* sp., *Anchispirocyclina lusitanica* (Egger), *Bramkampella arabica* Redmond, *Charentia cuvileri* Neumann, *C. evoluta* (Gorbachik), *Coscinoconus alpinus* Leupold, *C. campanellus* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. cherchiae* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. delphinensis* (Arnaud-Vanneau, Boisseau & Darsac), *C. elongatus* Leupold, *C. molestus* (Gorbachik), *C. cf. perconigi* (Neagu), *C. sagittarius* (Arnaud-Vanneau Boisseau & Darsac), *Everticyclamina* gr. *hedbergi* Maync, *E. virguliana* (Koechlin), *Freixialina planispiralis* Ramalho, *Lenticulina* sp., *Mayncina* sp., *Mohlerina basiliensis* (Mohler), *Nautiloculina broennimanni* Arnaud-Vanneau & Peybernès, *Protopeneroplis ultragranulata* (Gorbachik), *Pseudocyclamminalituus* (Yokoyama), *Spiroloconulus suprajurassicus* Schlagintweit, *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes], organisme microbiale/incrustante [*Bacinella irregularis* Radoičić, *Lithocodium aggregatum* Elliott, *Rivularia* sp., spongieri [*Cladocoropsis* sp.], calpionellide [*Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionella minuta* Houša, *Precalpionellites filipescui* Pop, *Sturiella oblonga* Borza, *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu)], rare calcisfere [*Cadosina minuta* Borza] și fragmente de moluște.

Din asociația micropaleontologică descrisă mai sus, au importanță stratigrafică unele specii de alge calcaroase [*Clypeina maslovi* (Valanginian cf. Schindler & Conrad, 1994), *C.*

solkani (Berriasian superior cf. Masse, 1993)] și foraminifere bentonice [*Anchispirocyclina lusitanica* (Tithonian-Berriasian cf. Dragastan, 1975; Sotak, 1989; Schlagintweit et al., 2005), *Bramkampella arabica* (Kimmeridgian-?Valanginian inferior cf. Pleș et al., 2015) și *Charentia evoluta* (Kimmeridgian superior-Valanginian cf. Olszewska, 2010)].

Alături de acestea, este important de menționat faptul ca asociația de calpionellide este una caracteristică Berriasianului superior (Zona Calpionellopsis, Subzona Simplex). Întreaga asociație indică intervalul Berriasian superior-?Valanginian inferior.

Discuții

Aliniamentul studiat pe Valea Lapoșului cuprinde două succesiuni care sunt separate de o falie. Din punct de vedere stratigrafic partea de deasupra faliei este succesiunea mai veche iar argumentele micropaleontologice și microfaciesale indică apartenența acestora la intervalul Tithonian superior-Berriasian. Profilul de sub falie a fost repartizat, pe baza argumentelor micropaleontologice, intervalului Berriasian superior-?Valanginian inferior.

Microfaciesurile prezentate și asociația micropaleontologică sunt similare cu cele descrise din alte regiuni care sunt localizate pe arealul de aflorare al Dacidelor Mediane (Bucur, 1997; Ples et al., 2012, Mircescu et al, 2014 etc., Ungureanu et al., 2015, Gradinaru et al., 2016) fiind un instrument bun pentru corelări viitoare și ilustrarea evenimentelor depoziționale din intervalul Jurassic-Cretacic din arealul Tehtysian.

8. Calcarele din Valea Bicăjel

Valea Bicăjel (Fig. 3d) este al 4-lea punct de interes din această lucrare. De aici au fost colectate 100 de probe din care au fost realizate 105 de secțiuni subțiri. Eșantionarea s-a efectuat pe sectorul nordic al văii, mai exact în zona cheilor Bicăjelului cu o rezoluție de aproximativ 5 m; aria studiată începe în apropierea zonei de vărsare a pârâului Bicăjel în râul Bicăz și continuă spre S-SE pe o distanță de aproximativ 0,7 km, terminându-se după confluența cu pârâul Cighenilor. Aici au fost identificate următoarele tipuri de microfacies: wackestone fin peloidal cu calpionellide, floatstone bioclastic cu fragmente de alge și incrustații biogene, floatstone cu spongieri, packstone peloidal, packstone fin peloidal cu calpionellide, packstone peloidal cu foraminifere, packstone peloidal cu alge dasycladale, packstone peloidal grosier cu oncoide, packstone peloidal cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu, packstone peloidal/litoclastic grosier, packstone peloidal/litoclastic cu cyanobacterii de tip

Rivulariaceu, packstone peloidal/litoclastic cu oncoide, packstone litoclastic cu organisme microbiale, packstone/grainstone peloidal, packstone/grainstone peloidal cu oncoide și alge dasycladale, packstone/grainstone peloidal cu foraminifere aglutinante, packstone/grainstone litoclastic/peloidal cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu, packstone/grainstone fenestral cu peloide și oncoide, packstone/grainstone litoclastic peloidal cu structuri de tip Bacinella, grainstone peloidal, grainstone peloidal/litoclastic/biologic cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu, grainstone litoclastic/peloidal cu bioclaste și aport terigen, grainstone biologic/peloidal/litoclastic cu *Crescentiella* sp., grainstone/rudstone peloidal/biologic/litoclastic, rudstone biologic/ litoclastic/peloidal cu cyanobacterii de tip Rivulariaceu, rudstone oncoidal cu peloide/litoclaste, rudstone cu fragmente recifale și organisme incrustante (Fig. 7).

Asociația paleontologică este compusă din: **alge** [*Clypeina* gr. *isabellae* Masse, Bucur, Virgogne & Delmasso, *C. sulcata* (Alth), *Griphoporella* sp., *Holosporella* sp., *Petrascula bursiformis* (Etallon), *Rajkaella iailensis* (Maslov), *Salpingoporella anulata* Carozzi, *Solenopora* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), Udoteacee], **foraminifere bentonice** [*Bramkampella* sp., *Bulbobaculites felixi* Pleș, Bucur & Săsăran, *Coscinoconus delphinensis* Arnaud-Vanneau, Boisseu & Darsac, *C. cf. perconigi* Neagu, *C. cherchiai* (Arnaud-Vanneau, Boisseu & Darsac), *Everticyclammina* sp., *Freixialina planispiralis* Ramalho, *Meandrospira* sp., *Mohlerina basiliensis* (Mohler), *Nautiloculina broennimanni* Arnaud-Vanneau & Peybernes, *Protopeneroplis ultragranulata* (Gorbachik), *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama), *Rectocyclammina* sp., *Siphovalvulina variabilis* Septofontaine, *Spiraloconulus suprajurassicus* Schlagintweit, *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes], **calpionellide** [*Calpionella alpina* Lorenz, *Crassicollaria intermedia* (Durand-Delga), *C. massutiniana* (Colom), *C. parvula* Remane], organisme microbiale/incrustante [*Bacinella irregularis* Radoičić, *Crescentiella morronensis* (Crescenti), *Koskinobulina socialis* Cherchi & Schroeder, *Lithocodium aggregatum* Elliott, *Rivularia* sp.], fragmente de gastropode, bivalve, corali și rudiști.

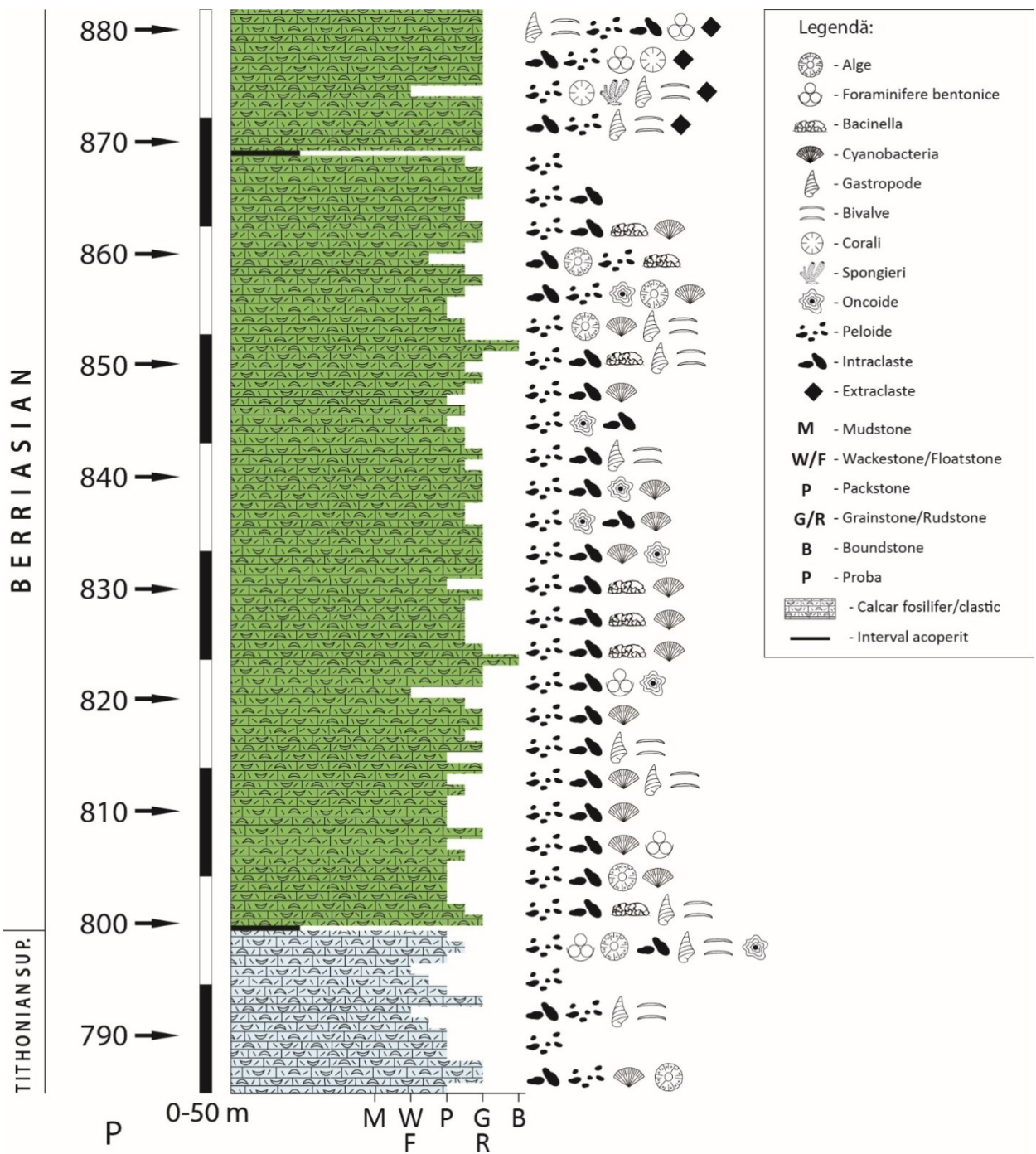


Fig. 7: Succesiunea depozitelor carbonatice din Valea Bicăjel.

8.1. Asociațiile de microfacies în secțiunea din Valea Bicăjel

MFB 1 – Packstone peloidal/litoclastic

O caracteristică importantă a acestor tipuri de facies este abundența peloidelor și a litoclastelor; acestea sunt asociate deseori cu cyanobacterii dar și cu unele specimene de calpionellide, alge dasycladale și foraminifere; o mare parte dintre granulele scheletice au înveliș micritic superficial.

- peloidele prezintă o sortare moderată/bună; este posibil ca o bună parte a peloidelor să fie de origine biotică, procesul de micritizare alterând complet structura bioclastelor/biomorfelor.

Fabricul uneori poate prezenta diaclaze umplute cu ciment sparitic; porii intergranulari sunt ocupați de micrit asociat uneori cu microsparit și ciment sparitic. Rar au fost identificate structuri geopetale.

MFB 3 – Grainstone peloidal/litoclastic

MFB 3a este subfaciesul cu abundența cea mai mare, urmat de MFB 3b; această succesiune din profil, care conține acest tip de facies, este dominată de asociații peloidal/litoclastice cu cyanobacterii. Pe lângă acestea, sporadic, au mai fost întâlnite foraminifere bentonice, fragmente de alge calcaroase și fragmente de moluște.

Structurile fenestrale sunt abundente, umplute cu ciment sparitic sau, uneori, cu sediment intern geopetal; uneori fabricul este moderat diaclazat.

MFB 4 – Rudstone bioclastic/litoclastic/peloidal

Și în aceste tipuri de microfacies se întâlnesc organisme microbiale (ex. cyanobacterii), dar de această dată cu o abundență puțin mai scăzută față de celelalte faciesuri. De asemenea, s-au putut identifica peloide, litoclaste, oncoide, dar și bioclaste mari. Ca și în alte faciesuri, s-au identificat numeroase granule cu înveliș micritic superficial.

8.2. Vârsta calcarelor din Valea Bicăjel și distribuția faciesurilor

Acest aliniament (eșantioanele 784 – 882) conține abundent faciesuri caracteristice unei platforme interne cu intense variații hidrodinamice, uneori putându-se observa tranziții spre medii peritidale, aproape de surse continentale. În prima parte predomină o asociație de faciesuri de tipul packstone și grainstone (mai rar rudstone) (**MFB1, MFB3, MFB4**); aici putem observa abundente mari de peloide (Fig. 158) dar și intraclaste, asociate cu cyanobacterii, fragmente de alge calcaroase, foraminifere bentonice cu apariții de calpionellide doar în bază. În partea a doua predomină faciesuri de tipul packstone/grainstone și grainstone grosier (**MFB2, MFB3**) cu apariții sporadice de packstone și rudstone (**MFB1, MFB4**); și aici avem o predominanță a peloidelor. Spre partea superioară sunt mai abundente bioclastele (Fig. 158). A doua parte a profilului este caracterizată de apariția granulelor scheletice și intraclastice mai mari, a granulelor cu înveliș și a oncoidelor. Printre acestea putem identifica fragmente de alge calcaroase, foraminifere bentonice, microproblematică, corali, spongeri, rudiști; cyanobacteriile sunt abundente.

Speciile reprezentative din punct de vedere biostratigrafic sunt următoarele: algele *Petrascula bursiformis* (Kimmeridgian-Tithonian cf. Granier & Deloffre, 1994), *Clypeina sulcata* (Kimmeridgian-Berriasian cf. Bassoulet, 1997; Bucur, 1999), *Clypeina isabellae* (Berriasian cf. Masse et al., 1999), *Clypeina parasolkani* (Berriasian cf. Farinacci & Radoicic, 1991; Berriasian-Valanginian cf. Bucur & Săsăran, 2005; Bruni et al., 2007; Tithonian-Berriasian cf. Schlagintweit, 2011), *Rajkaella iailensis* (Tithonian-Berriasian inferior cf. Dragastan & Bucur, 1988); foraminiferele *Charentia evoluta* (Kimmeridgian superior-Valanginian cf. Olszewska, 2010), diferitele specii de *Coscinoconus* (Tithonian superior-Valanginian inferior cf. Arnaud-Vanneau et al., 1988; Neagu, 1994, 1995; Bucur et al., 1995, Bucur & Săsăran, 2005) *Spiraloconulus suprajurassicus* (Tithonian superior-Valanginian inferior cf. Schlagintweit & Ebli, 1999 & Dragastan 2011); calpionellidele *Calpionella alpina* (Tithonian superior-Valanginian inferior cf. Lorenz, 1902), biozona cu Crassicollaria, subzona intermedia (Tithonian superior Remane et al., 1986), microproblematică *Iberopora bodeuri* (Berriasian cf. Uță & Bucur, 2003; Oxfordian-Berriasian cf. Schlagintweit, 2004) sau anelidul *Terebella lapilloides* (Kimmeridgian-Berriasian inferior cf. Kaya & Altiner, 2014) (Fig. 160).

Pe baza acestei asociații de microfosile, succesiunea poate fi încadrată în intervalul Tithonian superior-Berriasian, cu o posibilă limită aflată în zona probei cu numărul 800.

9. Evoluția sedimentară a depozitelor Cretacicului inferior din arealul studiat

Calcarele Tithonianului superior au fost analizate de noi în cadrul profilelor din Muntele Suhardu Mic (secțiunea I, S1), zona Canionul Lapoșului - Cheile Lapoșului (profilului 2 ,S3) și din calcarele din Valea Bicăjel. Trebuie menționat de la început că este dificil să separăm cu exactitate limita dintre calcarele din partea finală a Tithonianului superior cu cele berriasiene, deoarece ele prezintă aceleași caracteristici depoziționale, iar microfosilele pot trece și în Berriasian. Se poate spune doar că, în calcarele berriasiene se remarcă o stratificație evidentă și faciesurile prezintă granulometrii diferite. În profilul Muntele Suhardu Mic calcarele tithonian superioare sunt reprezentate prin packstone/grainstone, rudstone bioclastic și cu o frecvență redusă floatstone bioclastic. Aceste calcare (vezi descrierea faciesurilor) s-au format într-un mediu subtidal puțin adânc, ușor restrictiv. În profilul 2 (S3) din Canionul Lapoșului - Cheile Lapoșului am identificat faciesuri caracteristice pentru o margine de platformă cu variații hidro dinamice. În prima parte se poate remarca o dominanță a faciesurilor de tipul boundstone, rudstone și grainstone în care abundă bioclastele provenite din zona recifală. Spre partea superioară a succesiunii tithoniene se trece spre faciesuri mai restrictive, de tipul floatstone, packstone, wackestone sau bindstone. În prima parte microfaciesurile se caracterizează printr-o abundență a fragmentelor recifale grosiere, printre care spongieri, corali, alge roșii, alge dasycladale, foraminifere bentonice, dar și o abundență sporită a fragmentelor litoclastice, angulare, mari. Abundența peloidelor și a structurilor microbiale caracterizează a doua parte, unde sunt observate de asemenea fragmente de alge dasycladale, foraminifere bentonice și granule cu înveliș. În cadrul calcarelor din Valea Bicăjel succesiunea poate fi încadrată în intervalul Tithonian superior-Berriasian, fără a putea departaja clar limita dintre acestea. Faciesurile identificate sunt caracteristice unei platforme interne cu intense variații hidro dinamice, uneori putându-se observa tranziții spre medii litorale/costale. În prima parte a succesiunii predomină o asociație de faciesuri de tipul packstone și grainstone cu peloide și intraclaste, asociate cu cyanobacterii, fragmente de alge calcaroase, foraminifere bentonice și rare calpionellide în bază.

Concluzionând, se poate spune că paleotopografia șelfului în care s-au format calcarele din timpul Jurassicului superior-Berriasianul bazal din arealul studiat, era una cu geometrie monoclinală de tip rampă, fără rupere de pantă. Bioconstrucțiile nu au creat topografii ridicate la interfața sediment-apă, bioconstructorii (corali, spongieri calcaroși, incrustanții și crustele microbiale) au reușit doar să colonizeze substratul. Paleotopografia creată a influențat mult

evoluția sedimentară a calcarelor ce s-au format în timpul Cretacicului inferior. Pe baza faciesurilor și asociațiilor de facies identificate în zona studiată, se poate spune că sedimentele carbonatice s-au acumulat în areale cu ape puțin adânci, influențate în principal de oscilațiile nivelului marin relativ. În cadrul acestor depozite au fost identificate medii subtidale/lagunare și litorale/intertidale. Aceste zone depozitionale au fost reprezentate prin lagune și bălți, plaje, cordoane litorale, câmpii supratidale/costale, pături microbial–algale și mlaștini din zona litorală/intertidală/supratidală. Se poate remarca că în cadrul depozitelor cretacic inferioare domină faciesurile subtidale și subtidal restrictiv, în care predominau cyanobacteriile, crustele microproblematică și microbiale. Calcarele litorale/intertidale (vezi fig. 51, B, Muntele Ghilcoș și celelalte profile) sunt intercalate calcarelor subtidale/lagunare și apar în condiții de energie ridicată. Expunerea subaeriană pentru un interval scurt de timp a sedimentelor cretacic inferioare este pusă în evidență prin microstructuri caracteristice (cimenturi de menisc, microstalactitic, dizolvări ale bioclastelor și a spațiilor intergranulare, micritizări ale clastelor), găsite în unele strate de calcare din profilele analizate (e.g. fig. 69, Suhardu Mic profil S2). Astfel, se poate spune că în timpul Berriasianului-Valanginianului inferior spațiul de acomodare în care s-au acumulat sedimentele studiate era mic și/sau negativ în anumite momente de evoluție.

Extraclastele găsite în majoritatea profilelor analizate sunt importante deoarece pun în evidență un aport terigen de pe continent. Pe baza granulometriei (în general cu dimensiuni siltice) și a distribuției acestora în sediment (dispunere haotică), considerăm că extraclastele au provenit dintr-un mediu eolian. Lipsa structurilor sedimentare (e.g. ripple-uri de curent, granoclasări, laminații orizontale, etc.) și a unei alternanțe de claste cu granulometrii diferite, susțin această ipoteză.

Calpionelidele au fost identificate într-o proporție mică, la anumite intervale în majoritatea profilelor, prezența lor indicând schimbările ciclice ale nivelului marin relativ din timpul Cretacicului inferior.

În concluzie, se poate spune că depozitele carbonatice analizate de vârstă Berriasian-Valanginian inferior reflectă schimbări ciclice ale adâncimii apei. Depozitele conțin faciesuri marine, marin restrictive, acumulate în medii cu hidrodinamică ridicată sau scăzută din zonele subtidale, litorale/intertidale. Evoluția faciesurilor la scara stratelor individuale și a seturilor de strate, înregistrează la început o adâncime a mediului (de la medii cu ape puțin adânci, la medii cu ape mai adânci) și /sau schimburi ecologice în mediul depozitional (trecerea de la condiții restrictive, la condiții marin deschise și re-întoarcerea la condiții restrictive) (Strasser, 1991). Aceste evoluții au fost influențate în principal de topografia și morfologia șelfului carbonatic,

oscilațiile ciclice ale nivelului marin relativ, de spațiul de acomodare creat sau șters și de factorii ecologici în mediul depozițional.

10. Concluzii

Prezenta lucrare a încercat să aducă noi contribuții în cunoașterea pânzei de Hăghimaș, parte componentă a pânzelor Transilvane, privind aspectul microfaciesal și micropaleontologic, cu importanță în identificarea vârstei și mediului în care aceste depozite s-au format. Alături de studiul detaliat efectuat de Dragastan (2011) referitor la Valea Lapoșului, această lucrare reprezintă o aprofundare atât a zonei studiate de Dragastan cât și a altor trei zone aferente (Muntele Ghilcoș, Muntele Suhardu Mic și Valea Bicăjel).

Pentru atingerea obiectivelor acestui studiu au fost colectate 906 eșantioane din cele 4 zone menționate din care au fost efectuate secțiuni subțiri. Acestea au fost analizate cu ajutorul microscopului binocular fiind supuse unui studiu microfaciesal și micropaleontologic. Pentru o urmărire și o înțelegere mai ușoară a informațiilor obținute, profilele analizate au fost la rândul lor împărțite în secțiuni [Muntele Ghilcoș – S1→S5; Muntele Suhardu Mic – S1→S4; Valea Lapoș – Profil 1 (S1→S2); Profil 2 (S3→S4); Valea Bicăjel – S1]. Așadar au fost realizate 5 profile sedimentologice reprezentate grafic în 14 secțiuni/profile. Microfaciesurile identificate au fost ilustrate în 61 de figuri iar microfosilele în 45 de figuri.

Noutățile de ordin microfaciesal, micropaleontologic și biostratigrafic au adus, sperăm, un plus la cunoașterea arealului Cheile Bicazului-Hăghimaș și implicit a pânzelor Transilvane în ansamblu.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ALTINER D. (1991). – *Microfossil biostratigraphy (mainly foraminifers) of the Jurassic- Lower Cretaceous carbonate succession in north-western Anatolia (Turkey)*. – *Geologica Romana*, Roma, vol. 27, p. 167–215.
2. ARNAUD-VANNEAU A., BOISSEAU T. & DARSAC C. (1988). – *Le genre Trocholina Paalzow 1922 et ses principales espèces au Crétacé*. – *Revue de Paléobiologie*, Genève, Volume spécial 2 (Benthos '86), p. 353-377.
3. ATANASIU I. (1928): *Cercetări geologice în împrejurimile Tulgheşului (Judeţul Neamţ)*. *An. Inst. Geol. Rom.*, vol. XIII, Bucureşti, p. 165-371.
4. BASSOULLET J-P. (1997). – *Les Grands Foraminifères*. In: *Cariou, E., Hantzpergue, P. (eds.), Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et Méditerranéen: zonations parallèles et distribution de microfossiles*. – *Bulletin Centres Recherches Exploration-Production, Elf Aquitaine, Mémoires*, vol. 17, p. 293-304.
5. BĂNCILĂ I. (1941): *Etude géologique dans les Monts Hăghimaş-Ciuc*. *An. Inst. Geol. Rom.*, XXI, Bucureşti, p. 1-118.
6. BRUNI R., BUCUR I. I. & PREAT A., (2007). – *Uppermost Jurassic-Lower Cretaceous carbonate deposits from Fara San Martino (Maiella, Italy): biostratigraphic remarks*. – *Studia UBB Geologia*, Cluj Napoca, vol. 52, no. 2, p. 45-54.
7. BUCUR I. I., CONRAD M. A. & RADOIČIĆ R. (1995). – *Foraminifers and calcareous algae from the Valanginian limestones in the Jerma River Canyon, Eastern Serbia*. – *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 14, no. 2, p. 349- 377.
8. BUCUR I. I. (1997). – *Representatives of the genus Protopenneroplis (foraminifera) in the Jurassic and Lower Cretaceous deposits in Romania. Comparisons with other regions of the Tethyan area*. – *Acta Paleontologica Romaniaiae*, Cluj Napoca, vol. 1, p. 65-74.
9. BUCUR I. I. (1999). – *Stratigraphic significance of some skeletal algae (Dasycladales, Caulerpales) of the Phanerozoic*. – *Palaeopelagos Special Publication*, Roma, vol. 2, p. 53-104.
10. BUCUR I. I. & SĂSĂRAN, E. (2005). – *Micropaleontological assemblages from the Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits of Trascău Mountains and their biostratigraphic significance*. – *Acta Palaeontologica Romaniaiae*, Cluj Napoca, vol. 5, p. 27-38.

11. BUCUR I.I. (2006): *Calcareous algae in the Urgonian limestones from Romania. Biostratigraphic and paleoecological significance.* An. Inst. Geol. Rom., 74/1, București, p.32-34.
12. BUCUR I.I. (2006): *Urgonian limestone from Romania: an overview.* Proc. XVIII th Congress of the Carp.-Balk. Geol. Assoc., Belgrade, p. 50.
13. BUCUR I. I. & SĂSĂRAN E. (2011). – *Upper Jurassic–Lower Cretaceous algae of Haghimaș Mountains (Lacul Roșu-Cheile Bicazului area).* In: Bucur, I. I., Săsăran, E. (eds.), *Calcareous algae from Romanian Carpathians. – Field Trip Guidebook, 10th International Symposium on Fossil Algae, Cluj University Press, Cluj Napoca, 137 p.*
14. BUCUR I. I., SĂSĂRAN E., LAZĂR I., DRAGASTAN O. N. & POPA M. E. (2011). – *Mesozoic deposits of the Dâmbovicioara Couloir.* In: Bucur I.I. & Săsăran, E. (eds.), *Calcareous algae from Romanian Carpathians. – Field Trip Guidebook, 10th International Symposium on Fossil Algae, Cluj University Press, Cluj Napoca, p. 23-31.*
15. BUCUR I. I., PASCARIU L. & SĂSĂRAN E. (2013). – *Calcareous algae from the olistholits at Poiana Zănoaga northern Piatra Craciului Syncline (Southern Carpathians, Romania).* – *Berichte der Geologische Bundesanstalt, Viena, vol. 99, p. 108-109.*
16. BUCUR I. I., GRANIER B & KRAJEWSKI M. (2014). – *Calcareous algae, microbial structures and microproblematica from Upper Jurassic-Lower most Cretaceous limestones of Southern Crimea.* – *Acta Palaeontologica Romaniae, Cluj Napoca, vol. 10, no. 1-2, p. 61-86.*
17. DRAGASTAN O. (1971): *New Algae in the Upper Jurassic and Lower Cretaceous in the Bicaz Valley, East Carpathians (Romania).* *Rev Esp Micropalaeontol* III(2): 155-192.
18. DRAGASTAN O. (1975): *Upper Jurassic and Lower Cretaceous microfacies from the Bicaz Valley Bassin.* *Inst. Geol. și Geofiz., Memoires, XXI, București, 87 p.*
19. DRAGASTAN O. (2011). – *Early Cretaceous Foraminifera, Algal Nodules and Calpionellids from the Lapoș Valley, Bicaz Gorges (Eastern Carpathians, Romania).* – *Analele Științifice ale Universității “Al. I. Cuza” din Iași Seria Geologie, Iași, vol. 57, no. 1, p. 91–113.*
20. DUNHAM R. J. (1962). – *Classification of sedimentary rocks according to depositional structure.* In: Ham W. E. (ed.), *AAPG Memoir, Tulsa, no.1, p. 235-239.*

21. FARINACCI A. & RADOIČIĆ R. (1991). – *Late Jurassic-Early Cretaceous Dasycladales (Green Algae) from the western Pontides, Turkey.* – Geologica Romana, Roma, vol. 27, p. 135-165.
22. FLÜGEL E. (2010): *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application, 2nd Edition.* Springer Heidelberg Dordrecht London New York, p. 1-7.
23. GRANIER B. & DELOFFRE R. (1993). – *Inventaire 1033 critique des algues dasycladales fossiles II partie – les algues dasycladales du jurassique et du cretace.* - Revue de Paléobiologie, Genève vol. 12, no. 1, p. 19-65.
24. GRASU C. (1969): *Asupra prezenței Neocomianului în sinclinalul mezozoic al Hăghimașului.* Lucr. Staț. “Stejarul”, II, Pângărați, p. 13-18.
25. GRASU C. (1970): *Considerații microfaciale asupra Liasicului din împrejurimile Lacului Roșu.* St. și Com. Muz. Jud. Suceava, seria Șt. Naturii, Suceava, p. 7-13.
26. GRASU C. (1970): *Considerații privind limita Jurassic-Cretacic în sinclinalul Hăghimașului.* St. și Cercet. de geol.-geogr.-biol., seria geol.-geogr., Muz. de Șt. Naturale, Piatra Neamț, I, Piatra Neamț, p. 153-162.
27. GRASU C. (1970): *Malmul mediu și superior din sinclinalul Hăghimaș.* Lucr. Staț. “Stejarul”, geol.-geogr., III, Pângărați, p. 27-46.
28. GRASU C. (1970): *Observații asupra Liasicului de Adneth de la Curmătura-Hăghimaș.* Lucr. Staț. “Stejarul”, geol.-geogr., III, Pângărați, p. 7-12.
29. GRASU C., CATANA C., TURCULEȚ I., NIȚĂ, MARILENA (1995): *Petrografia mezozoicului din “Sinclinalul marginal extern”.* Edit. Acad. Rom. București, 192 p.
30. GRASU C., MICLĂUȘ C., BRÂNZILĂ M., BACIU D.R. (2010): *Munții Hăghimașului: Monografie geologică și fizico-geografică.* Ed. Univ. ”Al. I. Cuza”, Iași, p. 116-144.
31. GRASU C., MICLĂUȘ C., BRÂNZILĂ M., BACIU D.R. (2012): *Sinclinalul Mezozoic Tulgheș-Hăghimaș-Ciuc: Monografie geologică.* Ed. Univ. ”Al. I. Cuza”, Iași, p. 119-160.
32. GRIGORE D. (2002): *Formațiunea cu Acanthicum din regiunea Lacu Roșu (Masivul Hăghimaș – Carpații Orientali) posibil hipostatotip al limitei Kimmeridgian – Thitonic.* Teză de doctorat, Univ. Iași.
33. GRINEA D. (1998): *Studiul mineralogic și geochemic al rocilor eruptive bazice mezozoice din Munții Hăghimașului și Munții Tulgheșului.* Teză de doctorat, Univ. ”Al. I. Cuza”, Iași.

34. HERBICH F. (1866): *Eine geologische Excursion von Balan an den Vorosto, nach Bekas Zsedan Patac*. Verhandl. u. Mitt. Siebenburg. Verf. Naturwiss., XVIII/10, Hermanstadt, p. 401-431.
35. HERBICH F. (1878): *Das Szeklerland*, Budapest, p. 19-363.
36. HOECK V., IONESCU Corina, BALINTONI I., KOLLER F. (2009): *The Eastern Carpathian "ophiolites" (Romania): Remnants of a Triassic Ocean*. Lithos, 108, Elsevier, p. 151-171.
37. IVANOVA D. (2000): *Middle Callovian to Valanginian microfossil biostratigraphy in the west Balkan Mountain, Bulgaria (SE Europe)*. – Acta Palaeontologica Romaniaae, Cluj Napoca, vol. 2, p. 231-238.
38. KAYA, M. Y & ALTINER, D. (2014). – *Terebella lapilloides Münster, 1833 from the Upper Jurassic–Lower Cretaceous İ'nalti carbonates, northern Turkey: its taxonomic position and paleoenvironmental-paleoecological significance*.- Turkish Journal of Earth Sciences, Ankara, vol. 23, p. 166–183.
39. KAYA M. Y. & ALTINER D. (2015). – *Microencrusters from the Upper Jurassic–Lower Cretaceous İ'nalti Formation (Central Pontides, Turkey): remarks on the development of reefal/peri-reefal facies*. – Facies, vol. 61, no. 4, 18 p.
40. MASSE J.P. (1993): *Early Cretaceous Dasycladales biostratigraphy from Provence and adjacent regions (South of France, Switzerland, Spain). A reference for Mesogean correlations*. In: Barattolo et al. (eds.), *Studies on fossil benthic algae*. – Bolletino de la Societa Paleontologica Italiana, Modena, Special Volume 1, p.311-324.
41. MIRCESCU C. V., BUCUR I. I. & SĂȘĂRAN E. (2014): *Dasycladalean algae from Upper Jurassic-Lower Cretaceous limestones of Piatra Craiului Massif (South Carpathians, Romania) and their relationship to palaeonvironment*.- Studia UBB Geologia, Cluj Napoca, vol. 59, no. 1-2, p. 5-27.
42. MUREȘAN M. (2006): *Rédefinition de la zone cristallino-mésozoïque des Carpathes Orientales et son chariagge post-autrichien sur la zone du flysch*. An. Inst. Geol. Rom., vol. 74, București, p. 153-159.
43. MUREȘAN M. (2008): *Nappe de chariagge de couverture alpines dans la zone cristallino-mésozoïque de Carpathes Orientales. Un exemple: la région des Monts Hăghimaș*. An. Inst. Geol. Rom., vol. 75, Special Issue, București, p. 36-40.
44. NEAGU TH. (1994). – *Early Cretaceous Trocholina group and some related genera from Romania Part I*. – Revista Espanola de Micropaleontologia, Madrid, vol. 26, no. 3, p. 117-143.

45. NEAGU TH. (1995). – *The Cretaceous Trocholina group and some related genera from Romania*. – Revista Española de Micropaleontología, Madrid, vol. 27, no. 2, p. 5-40.
46. NEAGU TH & NEAGU M. (1995). – *Smaller agglutinated foraminifera from the acanthicum Limestone (Upper Jurassic), Eastern Carpathians, Romania*. In: Kaminski M. A., Geroch S. & Gasinski M.A. (eds.), Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera.- Grzybowski Foundation Special Publication, Krakow, no. 3, p. 21, 1-225.
47. OLSZEWSKA B. (2010). – *Microfossils of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous formations of the Lublin Upland (SE Poland) based on thin section studies*. – Polish Geological Institute Special Papers, Warsaw, vol. 26, p. 1-56.
48. PELIN M. (1967): *Studiul geologic al formațiunilor mezozoice din Masivul Hăghimaș (între Lacu Roșu și Piatra Unică)*. Teză de doctorat, Univ. București, 25 p.
49. PLEȘ G., MIRCESCU C. V., BUCUR I. I. & SĂSĂRAN E. (2013). – *Encrusting micro-organism and microbial structures in Upper Jurassic limestones from the southern Carpathians (Romania)*. – Facies, Berlin, vol. 59, no. 1, p. 19-48.
50. PLEȘ G., BUCUR I. I. & PĂCURARIU A. (2015). – *Foraminiferal assemblages and facies associations in the upper jurassic carbonates from Ardeu unit (Metaliferi Mountains, Romania)*. Acta Palaeontologica Romaniae, Cluj Napoca, (2015) V. 11(2), p. 43-57.
51. PREDA I., PELIN M. (1962): *Asupra Cretacicului inferior din Cheile Bicazului*. Anal. Șt. Univ. Buc., seria șt. nat., geol.-geogr., XIII/1, București, p. 55-66.
52. PREDA I., PELIN M. (1963): *Contribuții la cunoașterea geologiei împrejurimilor Lacului Roșu (Carpații Orientali)*. Soc. Șt. Nat.-Geogr., Com. De Geol., II, București, p. 107-116.
53. PREDA I., PELIN M. (1964): *Contribuții la cunoașterea geologiei Cheilor Bicazului*. Anal. Șt. Univ. Buc., seria șt. nat.-geogr., geol.-geogr., XIII/1, București, p. 45-60.
54. PREDA I., PELIN M. (1965): *Etude biostratigraphique des Couches à Acanthicum de Lacu Roșu*. Carp.-Balk. Geol. Assoc., VII th Congr., II/1, Sofia, p. 103-106.
55. PREDA I., PELIN M. (1968): *Contribuții la cunoașterea Liasicului din regiunea Lacu Roșu (Carpații Orientali)*. Bul. Soc. de Geol., X, București, p. 269-281.
56. REITNER J. (1992). – *"Coralline Spongien" Der Versuch einer phylogenetisch taxonomischen analyse*. – Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, vol. 1, p. 1-352.

57. SĂNDULESCU M. (1967): *La nappe de Hăghimaş une nouvelle nappe de décollement dans les Carpates Orientales*. Assoc. Géol. Carp. Balk., VIII Congr. Belgrad, p. 179-185.
58. SĂNDULESCU M. (1968): *Probleme tectonice ale sinclinalului Hăghimaş*. D. S. Inst. Geo. Rom., LIII/3, Bucureşti, p. 221-244.
59. SĂNDULESCU M. (1969): *Structura geologică a părţii centrale a sinclinalului Hăghimaş*. D. S. Inst. Geol. Rom., LIV/3, Bucureşti, p. 227-263.
60. SĂNDULESCU M. (1975): *Studiul geologic al părţii centrale şi nordice a sinclinalului Hăghimaş (Carpaţii Orientali)*. An. Inst. Geol., XLV, Bucureşti, p.5-200.
61. SĂNDULESCU M., MUREŞAN M., MUREŞAN Georgeta (1975): *Harta geologică a României scara 1/50.000, foaia Dămuc*. Inst. Geol. Şi Geofiz., Bucureşti, L-35-40-D.
62. SĂNDULESCU M. (1984): *Geotectonica României*. Edit. Tehnică, Bucureşti, 336 p.
63. SCHINDLER U. & CONRAD M. A. (1994): *The Lower Cretaceous Dasycladales from the northwestern Friuli platform and their distribution in chronostratigraphic and cyclostratigraphic units*. – Revue de Paléobiologie, Genève, vol. 13, no. 1, p. 59-96.
64. SCHLAGINTWEIT F. (2004). – *Iberopora bodeuri* GRANIER & BERTHOU 2002 (*incertae sedis*) from the Plassen Formation (Kimmeridgian–Berriasian) of the Tethyan Realm. – Geologia Croatica, Zagreb, vol. 57, p. 1-13.
65. SCHLAGINTWEIT F., GAWLICK H.-J. & LEIN R. (2005). – *Mikropaläontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalität (Ober-Jura bis Unter Kreide, Salzkammergut, Österreich)/Micropaleontology and biostratigraphy of the Plassen carbonate platform of the type locality (Upper Jurassic to Lower Cretaceous, Salzkammergut, Austria)*. – Journal of Alpine Geology (Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.), Vienna, vol. 47, p. 11-102.
66. SCHLAGINTWEIT F. (2011). – *The dasycladalean algae of the Plassen Carbonate Platform (Kimmeridgian–Early Berriasian): taxonomic inventory and palaeogeographical implications within the platform-basin-system of the Northern Calcareous Alps (Austria, p.p. Germany)*. – Geologia Croatica, Zagreb, vol. 64, no. 3, p. 185–206.
67. SOTAK J. (1989): *Nálezy spodnokriedových zástupcov čelade Pfenderinidae Smout et Sugden (Foraminiferida) vo valúnoch flyšových zlepenkov vonkajšich západných Karpat*. Zbornik z paleontologickej konferencie, Geologický ústav Dioníza Stura, p. 37-44.

68. STRASSER, A. (1991) – *Lagoonal - peritidal sequences in carbonate environments: autocyclic and allocyclic processes*. In: Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A. (eds.), *Cycles and events in stratigraphy*. Springer- Verlag, p. 709-721.
69. UNGUREANU R., SĂSĂRAN E., BUCUR I. I., UNGUR C. G., MIRCESCU C. V. (2015): *The Berriasian-Valanginian and Aptian deposits from the north-western part of the Piatra Craiului Massif: stratigraphic relationships, facies and depositional environments*. – *Acta Palaeontologica Romaniae*, Cluj Napoca, vol. 11, no. 2, p. 59-74.
70. UȚĂ A. & BUCUR I.I. (2003): *Microbial structures and microencrusters in the Upper Jurassic–Lower Cretaceous deposits from Buila–Vanturarita Massif (South Carpathians)*. – *Studia Universitatis Babeș–Bolyai, Geologia*, XLVIII/2, Cluj–Napoca, p. 3–14.