

УДК 551.762:56:579(477.8)

DOI <https://doi.org/10.30970/pal.57.2>

СТРАТИГРАФІЧНО ВАЖЛИВІ ГРУПИ МІКРОФОСИЛІЙ У КАРБОНАТНИХ ВІДКЛАДАХ ВЕРХНЬОЇ ЮРИ: МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ У ШЛІФАХ

Наталія Жабіна¹, Олена Анікєєва²

¹ Інститут геологічних наук НАН України,
вул. О. Гончара, 55 б, Київ, Україна, 01601

² Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
вул. Наукова, 3-А, Львів, Україна, 79060

¹ zhabinanatalia@gmail.com; ² geolena@ukr.net

¹ orcid.org/0000-0003-2759-2010; ² orcid.org/0000-0001-8177-4304

У регіонах палеопровінції Тетису відклади верхньої юри представлені карбонатними, переважно рифогенними утвореннями, які простягаються територією сучасної Європи і продовжуються на схід. Головною ортостратиграфічною групою для відкладів мезозою є амоніти, за якими створені різнорангові міжнародні біостратиграфічні шкали. Проте макрпалеонтологічні рештки в конкретних розрізах часто відсутні або представлені спорадично і не демонструють повної стратиграфічної послідовності. Це стосується насамперед відкладів, які залягають на значних глибинах і досліджуються за допомогою буріння. Для їхньої детальної біостратиграфії великого значення набуває мікрпалеонтологічний аналіз.

Стратиграфія карбонатних відкладів верхньої юри ґрунтується на результатах мікрофаціального та палеонтологічного вивчення порід за повним спектром органічних решток. Для детальних біостратиграфічних, палеоекологічних і кореляційних побудов широко застосовується аналіз комплексу стратиграфічно важливих організмів у шліфах. Для верхньої юри ортостратиграфічними групами мікрофосилій є форамініфери, радіолярії, тинтиніди та кальцитові диноцисти. Їхня ідентифікація у карбонатних породах у більшості випадків можлива лише в тонких перетинах, де можна виявити внутрішні й зовнішні діагностичні ознаки таксонів. У статті висвітлено комплексну методику мікрпалеонтологічних досліджень і наведено основні критерії діагностики у шліфах для форамініфер, тинтинід, радіолярій, кальцитових диноцист і зооспор водоростей. Надано загальну характеристику цих мікроорганізмів, описано умови їхнього існування і збереження. Наведено зображення перетинів таксонів, характерних для відкладів верхньої юри.

Робота призначена для дослідників карбонатних відкладів, зокрема рифогенного комплексу верхньої юри, та може стати в пригоді під час навчання студентів геологічних спеціальностей.

Ключові слова: верхня юра, форамініфери, тинтиніди, радіолярії, кальцитові диноцисти, зооспори, діагностика у шліфах, палеоекологія.

Вступ. Пізньояурський час відомий як одна з епох найбільш потужного карбонатного осадконагромадження й рифобудування в історії Землі. У регіонах палеопровінції

Тетису відклади цього віку разом із беріаськими утвореннями складають рифогенний пояс, який простягається територією сучасної Європи до Кавказу і далі продовжується на схід.

Головною ортостратиграфічною групою для відкладів мезозою є амоніти, за якими створені різнорангові біостратиграфічні шкали, зокрема міжнародні (МСШ-2020). Проте макроріфогенні рештки в конкретних розрізах часто представлені спорадично або не ідентифікуються. Це стосується насамперед відкладів, які залягають на значних глибинах. Тому для детальної біостратиграфії великого значення набуває мікроріфогенний аналіз.

Стратиграфія верхньоріфогенного комплексу ґрунтується переважно на даних комплексних біостратиграфічних досліджень планктонних і бентосних палеонтологічних решток. Для карбонатних відкладів застосовується методика вивчення у шліфах, яка є інструментом біостратиграфії та складовою мікрофаціального аналізу порід і охоплює практично весь спектр мікрофосилій, наявних у породах. У тонких зрізах верхньоріфогенних утворень різні групи органічних решток ідентифікуються за певними діагностичними ознаками [1], що є підґрунтям для мікрофаціального аналізу та палеоекологічних побудов. Для детальної біостратиграфії використовуються ортостратиграфічні групи мікрофауни – форамініфери, радіолярії, тинтиніди та мікрофлори – кальцитові диноцисти.

Діагностика мікрофосилій у карбонатних породах у більшості випадків можлива лише у шліфах, де можна виявити внутрішні й зовнішні діагностичні ознаки таксонів. У відмитій фракції досліджуються форма та зовнішня будова скелета форамініфер і радіолярій, що є важливим, проте виокремити неушкоджені черепашки зі щільних вапняків і доломітів дуже складно. Більшість верхньоріфогенних форамініфер ідентифікуються лише у шліфах, оскільки часто вони мають подібну будову черепашки, але відрізняються особливою внутрішньою структурою. Тинтиніди та спори водоростей придатні для дослідження лише у шліфах, тому що їхні скелети крихкі, здатні до руйнування і мають занадто малі розміри.

Мета роботи полягає у висвітленні комплексної методики мікроріфогенних досліджень у шліфах карбонатних порід ортостратиграфічних груп мікрофосилій верхньої юри й основних критеріїв їх діагностики.

Огляд попередніх досліджень. Найбільш повно верхньоріфогенний комплекс представлений на території Українського Передкарпаття. Тут діагностику мікрофосилій у шліфах здійснювали Л. Г. Даїн, В. Г. Дулуб, А. С. Терещук, (форамініфери), Л. В. Лінецька (тинтиніди і кальцитові диноцисти), П. Ю. Лозиняк (радіолярії), Н. М. Жабіна (тинтиніди і форамініфери), Б. Ольшевська (форамініфери, тинтиніди, кальцитові диноцисти), О. В. Самарська, О. В. Анікеєва (комплексний мікрофаціальний аналіз). В інших регіонах мікроріфогенні дослідження у шліфах проводили П. Ю. Лозиняк (радіолярії Карпатах і Закарпатського прогину), Л. В. Лінецька (тинтиніди Карпат, Криму та Кавказу), Д. Рехакова (форамініфери, тинтиніди і кальцитові диноцисти в Пенінській зоні Карпат), В. Г. Дулуб, Н. М. Жабіна (форамініфери Переддобрудзького прогину і Криму), Г. М. Волошина, О. В. Мамонтова, Т. М. Горбачик (форамініфери Криму), Н. М. Жабіна (тинтиніди Переддобрудзького прогину і Криму), М. Краєвський, О. В. Самарська, Н. М. Жабіна (мікрофації у Криму), а також В. А. Тодрія (форамініфери Кавказу), С. Ф. Макарьєва, І. В. Долицька (тинтиніди Північного Кавказу) та інші палеонтологи [6 і посилання там само, 10, 14, 17, та ін.]. У західних регіонах Середземноморської провінції переважно застосовується комплексна методика досліджень верхньоріфогенних мікрофосилій [7, 11, 13, 15, 18 та ін.].

Виклад основного матеріалу. Форамініфери – найпростіші організми розміром від 0,02 мм до 10 см бентосної і планктонної форми існування в басейнах різної солоності

(морських, засолених, прісноводних), на різних глибинах (на мілководді – переважно бентосні), в умовах закритих (бентос) і відкритих (планктон і бентос). Форма, розмір і склад черепашок залежать від умов існування. Планктонні види мають округлі камери й секретційні черепашки, а бентосні – черепашки різноманітної форми із секретційним (кальцитовим, органічним) або аглютинованим скелетом (у кальцитовому або кременистому цементі містять сторонній матеріал, залежно від середовища існування). На склад стінки впливають глибини, температурний режим і солоність вод: на великих глибинах із прохолодними водами, а також у засолених умовах на мілководді бентосні черепашки переважно кременисті й аглютиновані. Велика різноманітність і чисельність складу форамініфер, хороша збереженість черепашок свідчать про малі глибини з відсутністю розчинення, а посилене формоутворення – про збагаченість харчовими ресурсами [2, 3, 4].

У дослідженні у шліфах більшість перетинів форамініфер є випадковими (рис. 1), що потрібно враховувати під час діагностики.

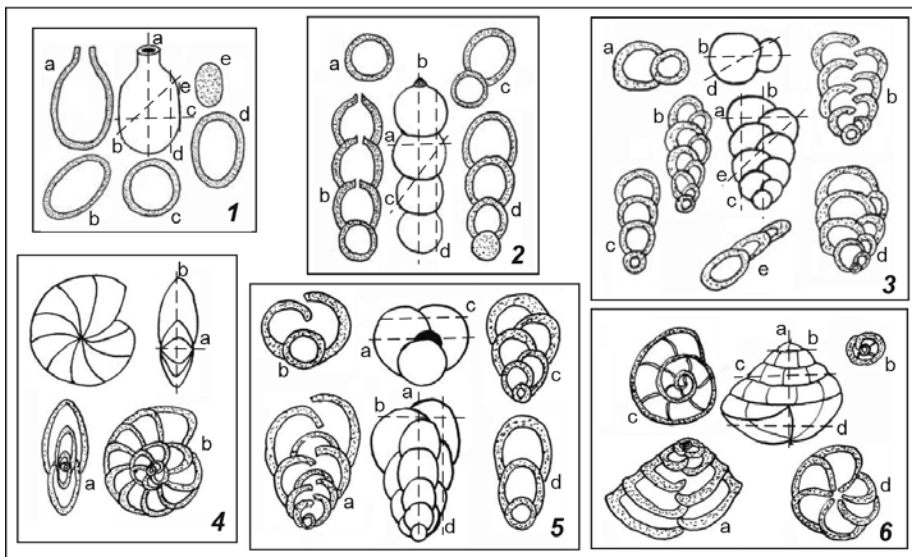


Рис. 1. Вигляд форамініфер у шліфах у різних перетинах (за Е. Флогелем, [8], спрощено):
1 – однокамерні; 2 – багатокамерні однорядні; 3 – багатокамерні дворядні,
4 – багатокамерні планспіральні; 5 – багатокамерні трьохрядні,
6 – багатокамерні трохоспіральні

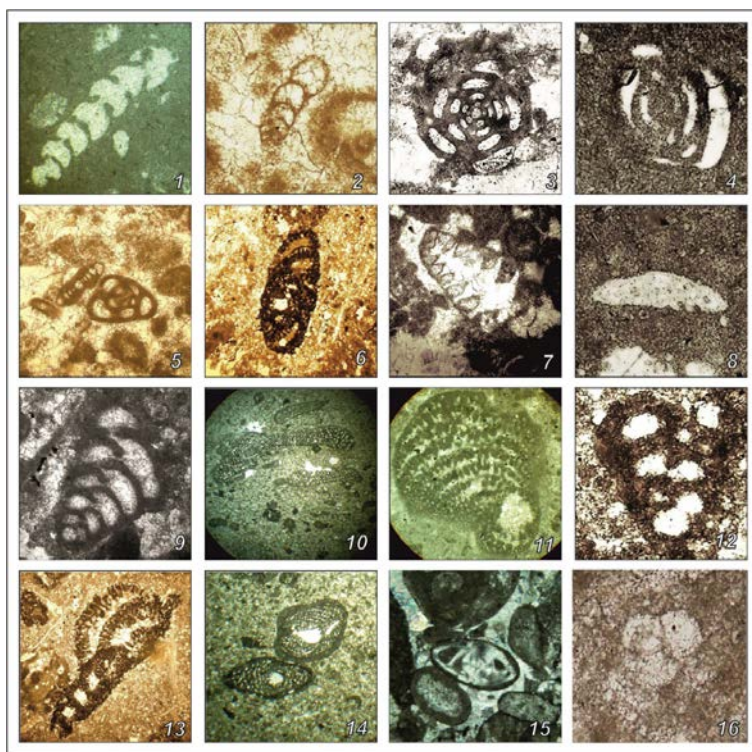
Діагностичні ознаки форамініфер у шліфах (таблиця 1):

– форма черепашок у повздовжньому перетині: овально-подібні (фіг. 1, 2, 5, 6, 14), конічно-подібні (фіг. 7, 8, 10, 11), округло-подібні (фіг. 4), неправильні (фіг. 10, 13); у поперечному перетині – овально-подібні (фіг. 5), округлі (фіг. 3) і т. ін.;

– спосіб навивання камер: однорядно (фіг. 1); спіралеподібно в одній площині (фіг. 5, зліва, фіг. 12); спіралью в початковій стадії, однорядно у дорослій стадії (фіг. 2); спіралью в декількох площинах (фіг. 6, 10, 11, 13, 14); спіралью-конічно (фіг. 7, 8); клубкоподібно (фіг. 3, 4, 5 (справа) та ін.);

– кількість камер;

- форма камер: округла (фіг. 16), трубчаста (фіг. 4), дископодібна (фіг. 11), куполоподібна (фіг. 1) і т. ін.); форма і розмір початкової камери: велика округла (фіг. 14 – мегасферична форма), маленька (фіг. 10 – мікросферична форма);
- форма, розмір, кількість фораменів: одиночні (фіг. 1, 2, 9, 12), множинні (фіг. 5, 10, 11, 13);
- характеристика екзоскелета, наявність і вигляд скелетних утворень (швів, ребер, скульптури і т. ін.);
- товщина та склад стінки: секретійна вапниста – кальцитова гіалінова (фіг. 15), кальцитова мікрозерниста (фіг. 3, 4, 6, 7, 9); секретійна кремениста; аглютинована (фіг. 5, 10, 11, 13, 14) – з вапнистим мікрозернистим або кременистим цементом і різноманітним кластичним матеріалом;
- внутрішня будова стінки: кількість шарів – від одного (фіг. 6, 9) до трьох (фіг. 5, 10, 11, 13, 14); склад шарів – кальцитовий (фіг. 15), мікрогранулярний (фіг. 6, 7, 9), хітиновий; будова шарів – суцільна (фіг. 6, 9, 15), альвеолярна (фіг. 5, 13), стовпчаста (фіг. 11) і т. ін.);
- септи (міжкамерні перегородки): товщина, розмір, розташування у просторі, форма (прямі, заокруглені), внутрішня будова (склад і структура), кількість, розмір та будова фораменів, спосіб послідовного навивання (обіймаючий (фіг. 1, 2), перекриваючий (фіг. 11, 14) і т. ін.);
- розмір і форма ембріональної та дорослої стадій (фіг. 9, 11, 13);
- розмір черепашки.



Таблиця 1. Форамініфери у шліфах

Фіг. 1. Рід *Rectocyclammina* (повздовжний перетин). Титонський ярус. Зарифові відклади. Південно-східний Крим. Св. Журавкінська-1. Зб. 65.

Фіг. 2. Рід *Belorussiella* (повздовжний перетин). Титонський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Моранці-1. Зб. 100.

Фіг. 3. Рід *Quinqueloculina* (поперечний перетин). Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 200.

Фіг. 4. Рід *Quinqueloculina* (повздовжний перетин). Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 200.

Фіг. 5. Рід *Quinqueloculina* (поперечний перетин) – справа, *Ammodiscus* (повздовжний перетин) – зліва. Титонський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Моранці-1. Зб. 100.

Фіг. 6. Рід *Alveosepta* (повздовжний перетин). Кімеридзький ярус. Зарифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Підлуби-105. Зб. 100.

Фіг. 7. Рід *Trocholina* (повздовжний перетин). Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Моранці-1. Зб. 100.

Фіг. 8. Рід *Trocholina* (повздовжний перетин). Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Фіг. 9. Рід *Textularia* (повздовжний перетин). Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Моранці-1. Зб. 200.

Фіг. 10. Скупчення форамініфер роду *Anchispirocyclina* (перетини випадкові, переважно повздовжні). Титонський ярус. Зарифові відклади. Південно-східний Крим. Св. Журавкінська-1. Зб. 16.

Фіг. 11. Рід *Anchispirocyclina* (скісний перетин). Титонський ярус. Зарифові відклади. Південно-східний Крим. Св. Журавкінська-1. Зб. 50.

Фіг. 12. Рід *Mesoendothyra* (скісний перетин). Титонський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Фіг. 13. Рід *Alveosepta* (повздовжний перетин). Кімеридзький ярус. Зарифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Підлуби-105. Зб. 100.

Фіг. 14. Рід *Anchispirocyclina* (повздовжні перетини). Титонський ярус. Зарифові відклади. Південно-східний Крим. Св. Журавкінська-1. Зб. 50.

Фіг. 15. Рід *Protopeneroplis* (скісний перетин). Оксфордський ярус. Зарифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Рава-Руська-5. Зб. 50. Нік. X.

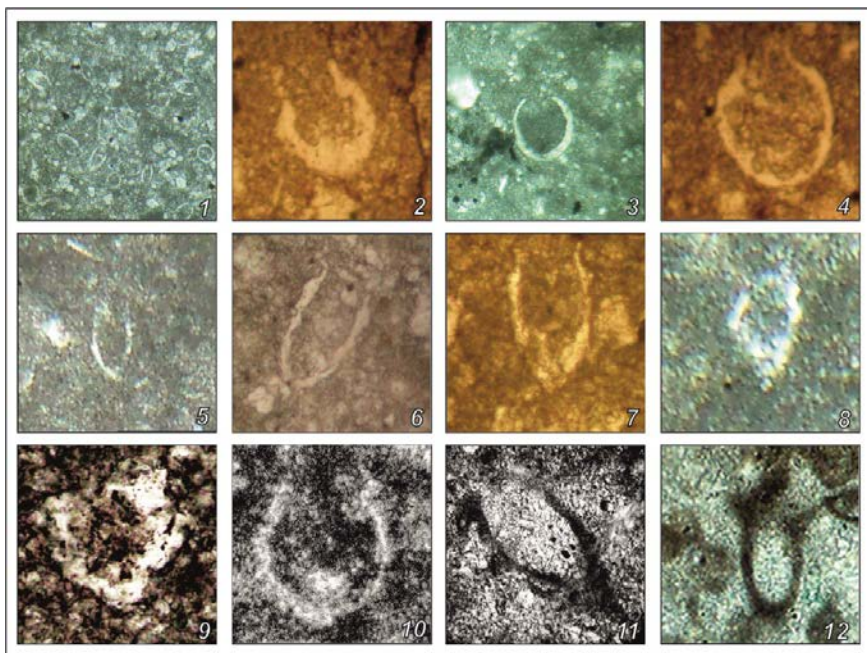
Фіг. 16. Рід *Globuligerina*. Кімеридзький ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Тинтиніди. Тинтиніди – однокамерна планктонна мікрофауна розміром від 20 до 500 μ , що вільно плаває у верхніх шарах морської або океанічної води, де може складати більшу частину мікрозоопланктону. Їхні черепашки різноманітної форми – циліндричні, конічні, субсферичні, часто дзвоно- або амфороподібні. У нижній (аборальній) частині можуть бути замкнені або незамкнені, загострені або заокруглені. Оральний отвір часто оточений комірцем різної форми [5]. Існують теплолюбні та холодолюбні форми, температура їхнього існування коливається від 3 до 35 градусів, але переважно тинтиніди теплолюбні та найбільш різноманітні у тропічних областях. Максимальна кількість тинтинід приурочена до глибин від 20 до 25 м у холодних і помірних водах, а в екваторіальних басейнах – від 0 до 50 м та більше. Існують також придонні форми на великих глибинах, деякі зустрічаються в озерах і річках як морські релікти. Видове різноманіття тинтинід вище в екваторіальних і субтропічних басейнах [5, 9 та ін.]. Виявлені тинтиніди приурочені

до пелагічних карбонатних утворень зовнішнього шельфу палеоокеану Тетис. Черепашки тинтинід добре зберігаються в карбонатних і глинисто-карбонатних мікритах, а в перекристалізованих, доломітизованих і збагачених теригенною складовою породах руйнуються або деформуються.

Діагностичні ознаки тинтинід у шліфах (таблиця 2):

- склад стінки: гіалінова (фіг. 1–8), кальцитова мікрогранулярна (фіг. 10, 11), органічна мікрогранулярна (фіг. 12, 13), іноді містить рештки кремнезему;
- структура стінки (одношарова або складається з двох шарів – органічного і кальцитового);
- товщина стінки в різних зонах черепашки: рівномірна (фіг. 5, 8, 10) або збільшується до адоральної зони (6, 9) та ін.);
- форма повздовжнього перетину черепашки: овальна (фіг. 13), округла (фіг. 1, 3, 4, 5, 11), конічна (фіг. 6, 10), ромбоподібна (фіг. 9), амфороподібна (фіг. 7, 8, 12);
- форма адоральної зони: заокруглена (фіг. 3–5), конічна (фіг. 6, 8, 12), загостреність аборального кінця (фіг. 6, 9–11);
- наявність, форма і розмір каудального виросту: короткий (фіг. 6, 8), загострений довгий (фіг. 12);
- форма адоральної зони, наявність, форма та розмір плечевидності (фіг. 3, 5, 7, 8–10);
- форма та розмір аперттури;
- наявність в адоральній зоні шийки (фіг. 3, 5, 7, 8) та комірця (фіг. 7, 8–13), їхня форма та розмір, розгалуженість і нахил комірця;
- розмір черепашки, співвідношення довжини та ширини.



Таблиця 2. Тинтиніди у шліфах

Фіг. 1. Родина Calpionellidae. Титонський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 20. Нік. II.

Фіг. 2. Рід *Calpionella*. Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Нікловичі-27. Зб. 100.

Фіг. 3. Рід *Calpionella*. Титонський ярус. Передрифові відклади. Переддобрудзький прогин. Св. Соляна-11. Зб. 65.

Фіг. 4. Рід *Calpionella*. Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Нікловичі-27. Зб. 100.

Фіг. 5. Рід *Calpionella*. Титонський ярус. Передрифові відклади. Переддобрудзький прогин. Св. Соляна-11. Зб. 65.

Фіг. 6. Рід *Crassicollaria*. Титонський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Фіг. 7. Рід *Crassicollaria*. Там само. Зб. 100.

Фіг. 8. Рід *Borziella*. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Переддобрудзький прогин. Св. Озерна-1. Зб. 65.

Фіг. 9. Рід *Foliacella*. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Фіг. 10. Рід *Lorenziella*. Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Кароліна-6. Зб. 100.

Фіг. 11. Рід *Dobeniella*. Беріаський ярус. Передрифові відклади. Передкарпатський прогин. Св. Нікловичі-27. Зб. 100.

Фіг. 12. Рід *Dobeniella*. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Переддобрудзький прогин. Св. Озерна-1. Зб. 65. Нік. X.

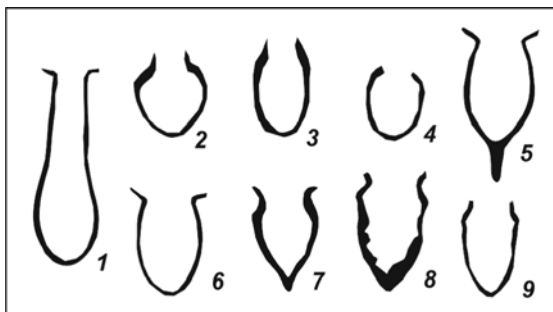


Рис. 2. Тинтиніди з гіаліновою стінкою, найбільш характерні для відкладів верхньої юри – беріасу: 1, 5, 6 – рід *Tinninopsella*; 2–4 – рід *Calpionella*; 7–9 – рід *Crassicollaria*

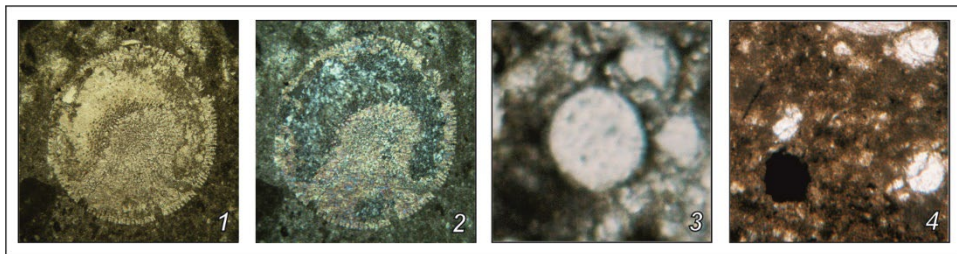
Радіолярії – планктонна морська мікрофауна розміром переважно до 1 мм. У викопному вигляді зберігається внутрішній скелет організму різноманітної форми – сферичної, циліндричної, шоломоподібної. Скелет кременистий (може заміщуватись кальцитом), не суцільний, а сітчастий, часто із численними голками і променями (загостреними відростками), його основу складають спікули (силікатні голки). Радіолярії – мешканці відкритих морських вод, найбільш різноманітні у тропіках і субтропіках. Вони притаманні глибоководним басейновим фаціям, де утворюють кременисті радіолярієві мули.

Діагностичні ознаки радіолярій у перетинах:

– розмір і форма скелета (округла, овальна, конусоподібна, неправильна);

- форма, розмір і розташування променевих відростків;
- наявність внутрішніх радіальних стержнів;
- характер пористості (прості пори або продовжуються у вільні трубки).

За результатами мікропалеонтологічних досліджень в Українському Передкарпатті встановлено, що радіолярії зустрічаються переважно у відкладах передрифової зони, але поодинокі екземпляри найкращого ступеня збереженості знайдені саме в мілководних зарифових відкладах (табл. 3, фіг. 1, 2). Найбільша кількість радіолярій зустрічається в нижньооксфордських відкладах, разом зі спікулами кременистих губок. Це сильно утруднює діагностику у шліфах, оскільки голки та шипи радіолярій часто не зберігаються, як і основний канал спікул. Поперечні перетини спікул кременистих губок, як і радіолярії, мають розміри близько 1 мм, кременистий склад, часто повністю або частково заміщені кальцитом (табл. 3, фіг. 3, 4), і однозначно розрізнити їх дуже важко. Діагноз губок переважно ставиться за наявності у шліфі повздовжніх перетинів спікул, проте точний діагноз потребує досліджень за допомогою електронного мікроскопа.



Таблиця 3. Радіолярії у шліфах (Українське Передкарпаття)

Фіг. 1. Радіолярія роду *Cenosphaera* (визначення П. Ю. Лозиняка). Склад – переважно кременистий, більша частина черепашки заміщена кальцитом. Оксфордський ярус. Зарифові відклади. Св. Рава-Руська-5. 3б. 50. Нік. II.

Фіг. 2. Зразок той самий. 3б. 50. Нік. X. Видно часткове заміщення кальцитом і пори, заповнені вапнистим мулом.

Фіг. 3. Перекристалізована радіолярія у губковому вапняку. Кремнезем заміщений кальцитом. Оксфордський ярус. Відклади біогерму. Св. Мостівська-2. 3б. 63. Нік. II.

Фіг. 4. Мікрит з радіоляріями. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Св. Південно-Коханівська-1. 3б. 25. Нік. II.

Кальцитові диноцисти – одноклітинна планктонна мікрофлора. Більшість юрських і крейдових кальцисфер, що зустрічаються в пелагічних вапняках і відомі в літературі як кальцисфери, стоміосфери, кадозіни та пітонеліди, являють собою кальцифіковані динофлагелятні водорості [8, 13]. Організми переважно округлої форми, розміром до 250–450 μm . Вони існували в теплих, нормально солоних, збагачених карбонатом морських басейнах на периферії Тетису.

Діагностичні ознаки перетинів кальцитових диноцистів:

- форма цисти (сферична, овальна);
- форма зовнішнього і внутрішнього краю (гладка, нерівна, порізана, нерівномірна);
- кількість шарів у стінці (одно- або двошарова);
- прозорість і колір шарів (прозора, скловидна, молочно-біла, темна, коричнювата, пігментація);

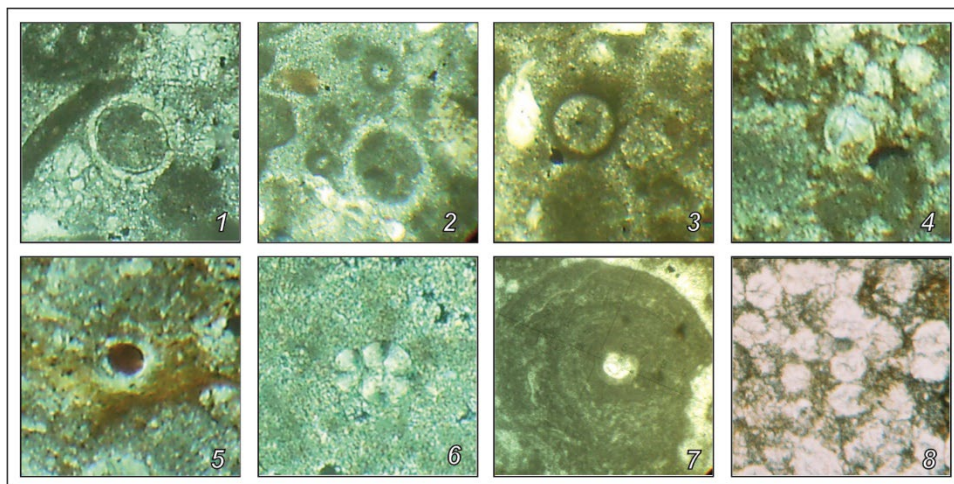
- гладкість і ширина шарів (нерівномірна, рівномірна);
- характеристика кальциту в шарах стінки (кристалічний, волокнистий, мікрогранулярний, розташований радіально або пакетами, з короткими або довгими кристалами, правильної або неправильної форми);
- товщина стінки (10–200 μm) і її відношення до діаметра цисти;
- розмір і розташування апертури;
- діаметр цисти.

Слід зауважити, що у відкладах верхньої юри поширені горизонти з органічними рештками (біофаці), які характерні для верхньоюрських відкладів Тетичної провінції.

– Горизонт з *Globochaete* та *Saccosoma* у ядрах онкоїдів («пелагічні ооліти»). Відомий у відкладах кімериджу Словаччини, Польщі, Угорщини, Італії [12], Пенінської зони Українських Карпат [16]. В Українському Передкарпатті простежується в передрифових та частково біогермних відкладах кімериджу, у Переддобруджі – у верхній частині рифів (оксфорд – нижній кімеридж) (табл. 4, фіг. 7).

– Горизонти з масовим скупченням *Globochaete alpina*, характерні для верхів титону – низів беріасу Європейської частини Тетису. Відомі в Західних Карпатах (Словаччина) [12], в Українських Карпатах (с. Приборжавське, г. Перечин) (за Л. В. Лінецькою). В Українському Передкарпатті горизонт із масовим скупченням *Globochaete alpina* (до 50 % породи) розкритий свердловиною Нікловичі-27 (табл. 4, фіг. 8).

Глобохети (*Globochaete alpina* Lombard.) більшістю дослідників віднесені до зооспор зелених водоростей [8, 12]. Цей організм являє собою одиночні клітини розміром до 120 мкм, ізольовані чи епіфітні, сферичні або трохи сплюснені, деколи з виступами в середній частині. Скупчення клітин витягнуті в ланцюжок, або розміщені хаотично, або щільно прилягають одне до одного. У такому випадку форма клітин різноманітна. Оболонка клітини тонка, складена кальцитом. Внутрішня порожнина виповнена радіально-променевим кальцитом. Характерною діагностичною ознакою є темна ділянка всередині або трохи зміщена, яка при схрещених ніколях є центром хрестоподібної фігури (табл. 4, фіг. 6).



Таблиця 4. Кальцисфери та глобохети

Фіг. 1–3. Кальцитові диноцисти. Переддобрудзький прогин. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Св. Озерна-1. 3б. 65. Нік. Х (фіг. 1), Нік. II (фіг. 2, 3).

Фіг. 4–5. Кальцитові диноцисти. Передкарпатський прогин. Титонський ярус. Передрифові відклади. Св. Кароліна-6. Зб. 65. Нік. Х.

Фіг. 6. *Globochaete alpina*. Переддобрудзький прогин. Оксфордський ярус. Передрифові відклади. Св. Озерна-1. Зб. 65. Нік. Х.

Фіг. 7. *Globochaete alpina* у ядрі онкоїда. Переддобрудзький прогин. Оксфордський ярус. Рифові відклади. Св. Камишовська-3. Зб. 50. Нік. П.

Фіг. 8. Скупчення *Globochaete alpina*. Передкарпатський прогин. Беріаський ярус. Передрифові відклади. Св. Нікловичі-27. Зб. 50. Нік. П.

Висновки. Дослідження стратиграфії верхньоюрських карбонатних відкладів ґрунтується на результатах мікрофаціального та палеонтологічного вивчення порід за повним спектром органічних решток. Для детальних біостратиграфічних, палеоекологічних і кореляційних побудов застосовується мікропалеонтологічний аналіз у шліфах комплексу стратиграфічно важливих організмів. У статті висвітлено методику палеонтологічних досліджень ортостратиграфічних груп планктонних і бентосних мікрофосилій. Окреслено основні критерії діагностики у шліфах для мікрофауни – форамініфер, тинтинід, радіолярій та мікрофлори – кальцитових диноцист і зооспор водоростей. Надано загальну характеристику цих мікроорганізмів, описано умови їхнього існування і збереження.

Робота призначена для дослідників карбонатних відкладів, зокрема рифогенного комплексу верхньої юри, та може стати в пригоді під час навчання студентів геологічних спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анікеєва О., Іваніна А. Деякі групи органічних решток у рифогенних відкладах пізньої юри Українського Передкарпаття: поширення та діагностика у шліфах. *Палеонтологічний збірник*, 2023. № 55. С. 34–50. DOI: <https://doi.org/10.30970/pal.55.4>.
2. Жабіна Н. М. Форамініфери рифогенних утворень титону–беріасу південно-східного Криму : дис. канд. геол. наук. 1996. Інститут Геологічних наук НАН України. Київ.
3. Жабіна Н. М. Форамініфери родини Lituolidae з верхньоюрських відкладів заходу і півдня України. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2001. № 1–2. С. 88–101.
4. Жабіна Н. М. Форамініфери і тинтиніди як індикатори умов формування відкладів верхньої юри Українського Передкарпаття. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2004. № 3. С. 91–102.
5. Жабіна Н. М. Систематика і стратиграфічне поширення тинтинід верхньої юри – неомому Тетису. *Збірник наукових праць ІГН НАН України*. 2008. С. 87–92.
6. Жабіна Н. М. Біостратиграфія відкладів верхньої юри – нижньої крейди (оксфорд – валанжин) Українського Передкарпаття за форамініферами і тинтинідами : дис. д-ра геол. наук. 2011. Інститут Геологічних наук НАН України. Київ.
7. Borza K. The Upper Jurassic-Lower Cretaceous parastratigraphic scale on the basis of Tintinnidae, Cadosinidae, Stomiosphaeridae, Calcisphaeridae and other microfossils from the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. Carpath.* 1984. Vol. 35. № 5. P. 539–550.
8. Flügel E. Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application. Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2010. 984 p.
9. Housa V. Ecological aspects of the evolution of calpionellids (Calpionellidae; Protozoa inc. sed). *Atti II Conv. Int. F.E.A. Evolution of Calpionellids*. Pergola. 1990. P. 357–363.
10. Krajewski M. Facies, microfacies and development of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous of the Crimean carbonate platform from the Yalta and Ay-Petri massifs (Crimea Mountains, Southern Ukraine). *Kraków : Wydawnictwa AGH*. 2010. 255 p. (Dissertation Monographs 217).

11. Lakova I., Stoykova K., Ivanona D. Calpionellid, Nannofossil and Calcareous dinocyst bioevents and integrated biochronology of the tithonian to valanginian in the Western Balkanides, Bulgaria *Geologica Carpathica*. 1999. Vol. 50. № 2. P. 151–168.
12. Misik M., Rehakova D. Vapence Slovenska. I cast. Biohermne, krinoidove, sladkovodne, ooidove a onkoidove vapence. VEDA : Bratislava, 2009. 186 s.
13. Olszewska B. Microfossils of the Cieszyn Beds (Silesian Unit, Polish outer Carpathians) – a thin sections study. Warszawa : Polish Geological Institute, Special papers, 2005. Vol. 19. 44 p.
14. Olszewska, B., Matyszkiewicz, J., Krol K., Krajewski, M. Correlation of the Upper Jurassic–Cretaceous epicontinental sediments in Southern Poland and Southwestern Ukraine based on thin sections. *Biuletyn Państwowego instytutu geologicznego*. 2012. № 453. P. 29–80.
15. Rehakova D. Calcareous dinoflagellate and calpionellid bioevents versus sea-level fluctuations recorded in the West-Carpathian (Late Urassic/Early Cretaceous) pelagic environments. *Geologica Carpathica*. 2000. Vol. 51. № 4. P. 229–243.
16. Rehakova D., Matyja A., Wierzbowski A., Schlogl J., Krobicki M., Barski M. Stratigraphy and microfacies of the Jurassic and lowermost Cretaceous of the Veliky Kamenets section (Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Western Ukraine). *Volumna Jurassica*. 2011. Vol. 9. P. 61–104.
17. Thodria V. Late Jurassic Paleobiogeography and foraminifera of Georgia (USSR). *Revue de Paleontologie*. 1988. Vol. Spec. № 2. P. 209–211.
18. Vasicek Z., Rehakova D., Michalik J., Petercakova M., Halasova E. Ammonites, aptychi, nanno- and microplankton from the Lower Cretaceous Pieniny Formation in the “Kysuca Gate” near Zilina (Western Carpathian Klippen Belt, Kysuca Unit). *Zapadne Karpaty*, ser. paleontologia. Bratislava: Geol. Ust. D. Stura. 1992. № 16. S. 43–57.

REFERENCES

1. Anikeyeva, O., & Ivanina, A. (2023). Deiaiki hrupy orhanichnykh reshtok u ryfohennykh vidkladakh piznoi yury Ukrainskoho Peredkarpattia: poshyrennia ta diahnostyka u shlifakh [Some groups of fossil organisms in the Upper Jurassic carbonate sediments of Ukrainian Precarpathians: distribution and diagnostics in thin-sections]. *Paleontologichnyi zbirnyk – Paleontological collection*, 55, 34–50. DOI: <https://doi.org/10.30970/pal.55.4>.
2. Zhabina, N.M. (1996). Foraminifery ryfohennykh utvoren tytonu i beriasu pivdenno-skhidnoho Krymu [Foraminifera of the Tithonian-Beriasian reef formations of the southeastern Crimea]. *Candidate's thesis*. Instytut Heolohichnykh nauk NAN Ukrainy. Kyiv.
3. Zhabina, N.M (2001). Foraminifery rodyny Lituolidae z verkhnoiurskykh vidkladiv zakhodu i pivdnia Ukrainy [Foraminifera of the family Lituolidae from the Upper Jurassic sediments of western and southern Ukrainian]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI – Collection of the scientific papers of the UkrDGRI*, 1–2, 88–101.
4. Zhabina, N.M. (2004). Foraminifery i tyntynidy yak indykatory umov formuvannia vidkladiv verkhnoi yury Ukrainskoho Peredkarpattia [Foraminifera and Tintinnida as indicators of the formation conditions of the Upper Jurassic sediments of the Ukrainian Precarpathia]. *Geolohiia i geokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology and geochemistry of combustible minerals*, 3, 91–102.
5. Zhabina, N.M. (2008). Systematyka i stratygrafichne poshyrennia tyntynid verkhnoi yury–neokomu Tetysu [Systematics and stratigraphic distribution of tintinids from the Upper Jurassic – Neocene of Tethys]. *Zbirnyk naukovykh prats IIGN NAN Ukrainy – Collection of the scientific papers of the IGS NAN of Ukraine*. P. 87–92.
6. Zhabina, N.M. (2011). Biostratyhrafia vidkladiv verkhnoi yury-nyzhnoi kreidy (oksford-valanzhyn) Ukrainskoho Peredkarpattia za foraminiferamy i tyntynidamy [Biostratigraphy of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous (Oxfordian-Valanginian) in Ukrainian Precarpathian

- by the foraminifera and tintinnida]. *Doctor's thesis*. Inctytut Heolohichnykh nauk NAN Ukrainy. Kyiv.
7. Borza, K. (1984). The Upper jurassic-Lower cretaceous parastratigraphic scale on the basis of Tintinnidae, Cadosinidae, Stomiosphaeridae, Calcisphaeridae and other microfossils from the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. Carpath.*, 35 (5), 539–550.
 8. Flügel, E. (2010). *Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application*. Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 984 p.
 9. Housa, V. (1990). Ecological aspects of the evolution of calpionellids (Calpionellidae; Protozoa inc. sed). *Atti II Conv. Int. F.E.A. Evolution of Calpionellids*. Pergola. P. 357–363.
 10. Krajewski, M. (2010). Facies, microfacies and development of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous of the Crimean carbonate platform from the Yalta and Ay-Petri massifs (Crimea Mountains, Southern Ukraine). Kraków: Wydawnictwa AGH. 255 p. (Dissertation Monographs 217).
 11. Lakova, I., Stoykova, K., & Ivanona, D. (1999). Calpionellid, Nannofossil and Calcareous dinocyst bioevents and integrated biochronology of the Tithonian to Valanginian in the Western Balkanides, Bulgaria *Geologica Carpathica*, 50 (2), 151–168.
 12. Misik, M., & Rehakova, D. (2009). Vapence Slovenska. I cast. Biohermene, krinoidove, sladkovodne, ooidove a onkoidove vapence. VEDA: Bratislava. 186 s.
 13. Olszewska, B. (2005). Microfossils of the Cieszyn Beds (Silesian Unit, Polish outer Carpathians) – a thin sections study. Warszawa: Polish Geological Institute, Special papers, Vol. 19. 44 p.
 14. Olszewska, B., Matyszkiewicz, J., Krol, K., & Krajewski, M. (2012). Correlation of the Upper Jurassic–Cretaceous epicontinental sediments in Southern Poland and Southwestern Ukraine based on thin sections. *Biuletyn Państwowego instytutu geologicznego*, 453, 29–80.
 15. Rehakova, D. (2000). Calcareous dinoflagellate and calpionellid bioevents versus sea-level fluctuations recorded in the West-Carpathian (Late Jurassic/Early Cretaceous) pelagic environments. *Geologica Carpathica*, 51 (4), 229–243.
 16. Rehakova, D., Matyja, A., Wierzbowski, A., Schlögl, J., Krobicki, M. & Barski, M. (2011). Stratigraphy and microfacies of the Jurassic and lowermost Cretaceous of the Veliky Kamenets section (Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Western Ukraine). *Volumina Jurassica*, 9, 61–104.
 17. Thodria, V. (1988). Late Jurassic Paleobiogeography and foraminifera of Georgia (USSR). *Revue de Paleontologie*. Vol. Spec. № 2. P. 209–211.
 18. Vasicek, Z., Rehakova, D., Michalik, J., Petercakova, M. & Halasova, E. (1992). Ammonites, aptychi, nanno- and microplankton from the Lower Cretaceous Pieniny Formation in the “Kysuca Gate” near Zilina (Western Carpathian Klippen Belt, Kysuca Unit). *Zapadne Karpaty*, ser. paleontologia. Bratislava: Geol. Ust. D. Stura. № 16. S. 43–57.

STRATIGRAPHICALLY IMPORTANT GROUPS OF MICROFOSSILS IN UPPER JURASSIC CARBONATE DEPOSITS: METHODOLOGY OF STUDY IN THIN-SECTIONS

Natalia Zhabina¹, Olena Anikeyeva²

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine,
O. Honchara Str., 55b, Kyiv, Ukraine, 01601*

² *Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine,
Naukova Str., 3-A, Lviv, Ukraine, 79060*

In the regions of the Tethys paleoprovince, the Upper Jurassic sediments are represented by carbonate, mainly reefogenic formations, which extend across the territory of modern Europe and continue to the east. Ammonites are the main orthostratigraphic group of fossils for Mesozoic sediments, according to which various international biostratigraphic

scales have been created. However, in some sections, ammonite remnants are absent or represented sporadically and do not show the full stratigraphic sequence. This applies primarily to sediments that lie at considerable depths and are studied by drilling. Therefore, micropaleontological analysis is of great importance for the detailed biostratigraphy of these formations.

The stratigraphy of the Upper Jurassic carbonate sediments is based on the results of microfacies and paleontological study of rocks for the full spectrum of organic remnants. Micropaleontological analysis of an array of stratigraphically important organisms in thin-section is widely used for detailed biostratigraphic, paleoecological and correlational constructions. The orthostratigraphic groups of microfossils of Upper Jurassic are foraminifera, radiolaria, tintinnids and calcite dinocysts. Their identification in carbonate rocks is mainly possible in thin-sections only, where internal and external diagnostic features of taxa can be detected. The article highlights a comprehensive methodology of micropaleontological studies and provides the main diagnostic criteria in thin-sections for foraminifera, tintinids, radiolaria, calcite dinocysts and algae zoospores. A general characteristic of these microorganisms is provided, the conditions of their existence and preservation are described. Images of sections of typical Upper Jurassic taxa are given.

The work is intended for researchers of carbonate deposits, in particular the Upper Jurassic reef complex, and may be useful in teaching students of geological specialties.

Key words: Upper Jurassic, foraminifera, tintinnids, radiolaria, calcite dinocysts, zoospores, diagnostics in thin-sections, paleoecology.

Дата надходження статті: 25.06.2025

Дата прийняття статті: 22.07.2025

Опубліковано: 07.10.2025