

CHARLES UNIVERSITY IN PRAGUE, FACULTY OF SCIENCE
Institute of Geology and Palaeontology

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Ústav geologie a paleontologie

Ph.D. study programme: Geology
Doktorský studijní program: Geologie



Mgr. Zuzana Heřmanová

**Systematics and palaeoecology of the Late Cretaceous
plants in the Klikov Formation, southern Bohemia**

**Systematika a paleoekologie svrchnokřídových rostlin
klikovského souvrství v jižních Čechách**

autoreferát

Supervised by: RNDr. Jiří Kvaček, CSc.
Školitel: RNDr. Jiří Kvaček, CSc.

Praha, 2014

Abstrakt

Předkládaná práce se věnuje fosilním rostlinám klikovského souvrství. Souvrství stratigraficky odpovídající svrchnímu turonu až santonu, tvoří bazální a nejrozšířenější jednotku jihočeských pánví. Pochází z něho velké množství otisků listů, reproduktivních orgánů rostlin i bohatá pylová společenstva. V roce 2007 byly na lokalitě Zliv-Řídká Blana nalezeny výjimečně zachované zuhelnatělé plody, semena a květy, které jsou předběžně popsány v této práci. V pylových spektrech i mezi reproduktivními orgány převládají rostliny normapolového komplexu, jejichž systematické postavení je řešeno v předkládané práci. Jedním z výsledků studia je zjištění, že rody *Budvaricarpus* a *Caryanthus*, které náleží mezi rostliny normapolového komplexu, jsou blízce příbuzné recentnímu rodu *Rhoiptelea*, sesterské skupině dnešních Juglandaceae. V klikovském souvrství se také nacházejí vajíčka fosilního hmyzu, která jsou velikostí i tvarem snadno zaměnitelná za semena rostlin. Dva druhy revidované v této práci, *Palaeoaldrovanda splendens* a *Knoblochia cretacea*, byly původně mylně považované za pozůstatky krytosemenných rostlin. Oba druhy jsou v této práci interpretovány jako fosilní vajíčka hmyzu. Na základě znaků jako perforovaná stěna i bazální a apikální výstupek se jeví nejpodobnější vajíčku dnešních skupin Lepidoptera a Phasmatodea. Paleoekologické zhodnocení flóry klikovského souvrství pomocí metody CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program), NRL (Nearest Living Relative) a CoA (coexistence approach) ukazuje na flóru rostoucí v sezónním klimatu s průměrnými ročními teplotami okolo 15 °C.

Abstract

The present thesis focuses on plant fossils from the Klikov Formation (late Turonian - Santonian). This formation forms the basal part and the most widespread unit of the South Bohemian Basins, containing numerous leaf impressions, fossil plant reproductive structures and diverse pollen spectra. In 2007, an extremely well preserved assemblages of fruits, seeds and flowers were found in the Zliv - Řídká Blana locality, preliminarily reported in this work. Plants of the Normapolles complex predominate in the pollen assemblages, as well as in the fossil reproductive structures. This work suggests that *Budvaricarpus* and *Caryanthus*, members of the Normapolles complex, are closely related to extant *Rhoiptelea*, which is a sister group of the recent Juglandaceae. Fossil insect eggs also occur in the Klikov Formation. Due to their similar shape and size, they are easily confused with small fruits and seeds. Two species of fossil insect eggs, *Palaeoaldrovanda splendens* and *Knoblochia cretacea*, were originally misinterpreted as angiosperms seeds. They are revised here - both species are interpreted in this work as fossil insect eggs. Based on characters like perforated walls, and basal and apical projections, they appear most similar to eggs of recent Lepidoptera and Phasmatodea. Palaeoecological evaluation of the flora using CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program), NRL (Nearest Living Relative) and CoA (Coexistence Approach) shows seasonally dry climate; mean annual temperature is believed to have been approximately 15 °C.

1. Úvod

Předkládaná disertační práce je souborem článků zaměřených na studium fosilií klikovského souvrství. Nový materiál z lokality Zliv - Řídká Blana obsahuje množství velmi dobře zachovaných reproduktivních orgánů rostlin a umožnil revizi několika dříve popsanych taxonů. Jejich revize tvoří největší část této disertační práce, která je dále doplněna stručným popisem nově získaného materiálu a paleoekologickou analýzou. Reproductivní orgány – plody, semena a květy, zachované jako mezofosilie o velikosti okolo 1 mm, poskytují značné množství informací o původní rostlině, včetně jejího systematického zařazení. Plody a semena jsou velikostí i tvarem snadno zaměnitelné s vajíčky hmyzu, která se v klikovském souvrství také nacházejí.

2. Cíle práce

Tato práce je zaměřená na výzkum křídových rostlin klikovského souvrství, které tvoří bazální a prostorově nejvýraznější litostratigrafickou jednotku obou jihočeských pánví.

1. Prvním cílem je systematická revize vybraných taxonů reproduktivních orgánů rostlin. Tyto taxony jsou součástí rozsáhlejší sbírky, kterou popsal a později daroval Národním muzeu Ervín Knobloch (Knobloch & Mai 1986). Kolekce obsahuje téměř 100 druhů fosilních rostlin, především mezofosilií, popsanych převážně z vrtů a povrchových výchozů v jižních Čechách.

2. Druhým cílem je popis nového materiálu z lokality Zliv-Řídká Blana sbíraného v roce 2007. Tento materiál obsahuje velké množství dobře zachovaných reproduktivních orgánů rostlin s převahou semen a plodů krytosemenných rostlin. Více než polovinu nově nalezených taxonů je možné přiřadit k již popsáním druhům, nicméně část představuje druhy nové.

3. Třetím cílem je paleoekologické zhodnocení flóry klikovského souvrství založené na analýze CLAMP, která byla i součástí mé diplomové práce. Analýza je doplněna metodami CoA (coexistence Approach) a NRL (Nearest Living Relative).

3. Materiál a metodika

Studovaný materiál uložený především ve sbírkách Národního muzea, Praha pochází ze sběrů F. Němejce (makrofosilie) a E. Knoblocha (mezofosilie), který byl doplněn vlastními sběry z roku 2007 (mezofosilie z lokality Zliv-Řídká Blana). Ke studiu byl použit též materiál uložený ve sbírkách České geologické služby. Detailní popis materiálu je uvedený v jednotlivých publikacích (Heřmanová *et. al* 2011, 2013; Heřmanová & Kvaček 2010, 2012; Váchová & Kvaček 2009).

Nový materiál z lokality Zliv-Řídká Blana byl získán z šedého jílovce macerací a plavením. Organický zbytek byl čištěn pomocí kyseliny fluorovodíkové, chlorovodíkové a destilované vody. Materiál ze sbírky E. Knoblocha, pokud to zachování vyžadovalo, byl čištěn stejným způsobem. Fosilie byly studovány pod stereoskopickým mikroskopem Olympus SZX 12. Vzorky ke studiu pod rastrovacím elektronovým mikroskopem (Hitachi S4300, Hitachi S3700 a JEOL JSM 6380) byly montovány na nosiče a pak pokryty tenkou vrstvou zlata. Ke studiu vnitřních struktur druhu *Budvaricarpus serialis* byla použita metoda SRXTM (Synchrotron radiation X-ray tomographic microscopy). Výzkum proběhl v Swiss Light Source of the Paul Scherrer Institut ve Švýcarsku pomocí techniky popsané Donoghue *et al.* (2006). Výsledná data byla zpracována programem Aviso pro trojrozměrné vizualizace. Černé pozadí na všech fotografiích bylo přidáno v programu Adobe Photoshop CS3.

Pro paleoekologickou rekonstrukci podnebí flóry klikovského souvrství jsme použili dvě hlavní metody: metodu nejbližšího žijícího příbuzného (NRL) (Mosbrugger, 1999) a metodu CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program) (Spicer 2006; Wolfe 1990, 1993) založenou na fyziognomii listů. Jednou z novějších metod NRL je i CoA Coexistence Approach (Mosbrugger & Utescher, 1997).

4. Výsledky a diskuse

Systematická revize taxou *Budvaricarpus serialis* Knobloch et Mai, který byl původně popsán jako samostatný plod, ukázala, že jde ve skutečnosti o souplodí tří nebo čtyř vedle sebe rostoucích plodů, kde se prostřední plody vyvíjejí z obouplavních květů a krajní plody se vyvíjejí z jednopohlavních květů. Celé plodenství je podepřené jedním společným listenem. Na základě pylů nalezených v apikálních částech plodu byl *Budvaricarpus* zařazen mezi členy normapolového komplexu (Friis *et al.* 2006) a morfologické znaky ukázaly jasnou podobnost s dnešním taxonem *Rhoiptelea chiliantha* Diels et Hand.-Mazz (Heřmanová *et al.* 2011).

První úplnější kus rodu *Caryanthus*, člen normapolového komplexu, byl nalezen v novém materiálu z lokality Zliv-Řídká Blana. Ukazuje uspořádání květenství/plodenství, které je velmi podobné rodu *Budvaricarpus* a do jisté míry i rodu *Endressianthus* a *Normanthus*, stejně tak i dnešnímu rodu *Rhoiptelea*. Podobnost těchto rodů poskytuje další podklad pro interpretaci rostlin normapolového komplexu jako předchůdců dnešním ořešákovitých (Juglandaceae) (Heřmanová & Kvaček 2012).

Dva další taxony, revidované v této disertaci, byly dosud považované za pozůstatky krytosemenných rostlin. Nyní jsou však interpretované jako vajíčka hmyzu. Taxon *Palaeoladrovanda splendens* Knobloch et Mai byl považován za jasný důkaz existence masožravých rostlin v období křídý (Anderson *et al.* 2005). Tato fosilie však postrádá důležité taxonomické znaky, jako raře a mikropyle, které jsou cha-

rakteristická pro semena recentního druhu *Aldrovanda vesiculosa* Linné. Naopak znaky jako jsou stěna a apikální a bazální výstupek se fosilie více podobají dnešním vajíčkům hmyzu

Taxon *Spirellea kvacekii* (Knobloch) Knobloch et Mai byl původně považován za semeno krytosemenné rostliny (Knobloch & Mai 1986). Velká část rodu *Spirellea* skutečně nejspíš mezi krytosemenné rostliny náleží. Studovaný materiál *Spirellea kvacekii* (Knobloch) Knobloch et Mai se však v důležitých morfologických znacích, jako jsou bazální a apikální výstupek i perforace a stavba stěny, více podobá vajíčkům hmyzu. Rozdíly v botanickém a zoologickém nomenklatorickém kódu však neumožnili jednoduše reinterpretovat taxon *Spirellea kvacekii* jako zoologický. Podle zoologické nomenklatury by takový taxon nebyl platný, protože jeho holotyp by neukazoval znaky odpovídající popisu. Proto byl pro tyto fosilie po vědecké revizi stanoven nový rod a druh *Knoblochia cretacea* Heřmanová, Bodor et Kvaček s novým holotypem (Heřmanová *et al.* 2013).

Palaeoklimatická analýza klikovskéhou souvrství pomocí metod CLAMP, LMA a CoA ukazuje, že tato flóra rostla v sezónně suchém subtropickém podnebí. Průměrná roční teplota se pohybovala okolo 15° C (Váchová & Kvaček 2009).

Nový materiál z lokality Zliv-Řídká Blana poskytl velké množství velmi dobře zachovaných mezofosilií. Systematické zařazení fosilního materiálu z této lokality je podobné ostatním mezofossilním florám Evropy (Friis *et al.* 2011), které charakterizuje hojný výskyt rostlin normapolového komplexu a množství druhů ze skupiny Ericales.

5. Závěry

Tato disertační práce sledovala tři cíle:

1. revizi vybraných druhů reprodukčních orgánů rostlin klikovského souvrství,
2. popis nového materiálu z lokality Zliv-Řídká Blana,
3. paleoekologické vyhodnocení klikovského souvrství.

Všechny tři cíle byly splněny.

6. Použitá literatura

viz References

1. Introduction

This thesis is a compilation and synthesis of previously published papers. All these papers are focused on plant fossils from the Klikov Formation. In 2007, new material was discovered in the Zliv - Řídká Blana locality. The material yielded a lot of new, well-preserved plant reproductive structures, and allowed revision of several previously described taxa. This revision comprises the major part of the thesis, which is accompanied by a brief description of the new material, and palaeoecological analysis. Reproductive structures, fruits, seeds and flowers are preserved as mesofossils cca.1 mm in size, and provide important information on fossil plants, including their systemic affinity. Insect eggs, which also occur in the Klikov Formation, are easily mistaken for fruits and seeds due to their similar shape and size.

2. Aims of the study

1. A systematic revision of selected plant reproductive structures from the Klikov Formation is the first aim of this thesis. These mesofossils are part of the collection that E. Knobloch described (Knobloch & Mai 1986) and later donated to the National Museum in Prague. The collection contains about 100 taxa from localities and boreholes in South Bohemia.

2. A description of new material collected in 2007 at the Zliv-Blana locality is the second aim of the thesis. This material contains a lot of very well preserved plant reproductive structures, with a majority of angiosperm fruits, seeds and flowers. More than half of these reproductive structures can be assigned to species or genera already described from the Klikov Formation, or from other localities in Europe (Knobloch & Mai 1986), but some of them probably represent new taxa.

3. A palaeoecological evaluation of the flora is the third aim of the thesis. CLAMP analysis is a fundamental tool for palaeoecological research, and the author used this in her magister thesis on South Bohemian Late Cretaceous flora. That study is extended here, using the coexistence method (CoA) and the Nearest Living Relative method.

3. Material and methods

The studied material belongs to the National Museum in Prague, particularly from collections by F. Němejc (macrofossils) and E. Knobloch (mesofossils). The new material was collected in the Zliv - Řídká Blana Quarry by the author and her supervisor in 2007. Material belonging to the Czech Geological Survey was also

studied. For detailed information about the material, see (Heřmanová et al. 2013, 2011; Heřmanová & Kvaček 2010, 2012; Váchová & Kvaček 2009). The mesofossils were extracted from gray claystones by bulk maceration, followed by washing on a 90- μ m sieve. After sieving, the organic residue was treated with hydrofluoric acid and hydrochloric acid, rinsed in water and dried in air. The material from the E. Knobloch collection was also cleaned, when required. Sorting and preliminary studies were performed under a binocular microscope (Olympus SZX 12). Samples for electron microscope scanning were mounted on aluminum stubs using nail polish, and coated with gold. The following scanning microscopes were used: Hitachi S4300, S3700, Hitachi and JEOL JSM 6380. Internal structures were studied using synchrotron-radiation x-ray tomographic microscopy (SRXTM), performed on the TOMCAT beamline of the Swiss Light Source of the Paul Scherrer Institut, Switzerland, using the technique described by Donoghue *et al.* (2006). An even, black background was prepared for all SEM micrographs in the plates, using Adobe Photoshop CS3.

Palaeoclimatic analysis of the Klikov Formation flora were made using methods of Leaf Margin Analysis (LMA)(Mosbrugger 1999), Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP) (Spicer 2006; Wolfe 1990, 1993), the Nearest Living Relative (NRL) and CoA coexistence approach (Mosbrugger & Utescher 1997)

4. Results and discussion

The fossil fruiting structure *Budvaricarpus serialis*, originally described as tricarpellate fruit with three to four locules in a series (Knobloch & Mai 1983, 1984), is here reinterpreted as a partial inflorescences (dichasium), with three to four flowers enclosed in a common bract, and is recognized as a new member of the Normapolles complex (Friis et al. 2006). The general floral organization of *Budvaricarpus* is similar to that of extant *Rhoiptelea chiliantha* (Rhoipteleaceae)(Heřmanová et al. 2011).

An inflorescence/infructescence of *Caryanthus* sp. from the clay pit at Zliv-Říd-ká Blana represents the first more complete specimen of the genus *Caryanthus*, showing the arrangement of flowers/fruits. It is similar to *Budvaricarpus*, to a lesser degree also to *Endressianthus*, *Normanthus* and to the extant genus *Rhoiptelea*. The similarity of these genera provides additional support for the interpretation of *Caryanthus* as belonging to the juglandoid clade in the order Fagales (Heřmanová & Kvaček, 2012).

Two species, interpreted in this thesis as fossil insect eggs, were previously described as fossils angiosperm seeds. *Palaeoaldrovanda splendens* was originally described as a fossil seed of Cretaceous carnivorous plant (Knobloch & Mai 1984). A reinvestigation of the fossil shows, that *Palaeoaldrovanda* is distinct from seeds of carnivorous plants in all diagnostic characters, such as the organization of the

seed and the wall structure. Instead, several characters, such as apical and basal projections indicate that the fossil is most likely an insect egg (Heřmanová & Kvaček 2010).

The taxon *Spirellea kvacekii* was originally described as an angiosperm seed. The majority of species of the genus *Spirellea* clearly represents remains of angiosperms. However, the fossils described by Knobloch and Mai (1986) as *Spirellea kvacekii* are distinct, particularly in having external walls perforated, and neither apex nor basal projection showing any abscission scar or micropyle in the botanical sense. Instead, it shows clear affinity to insects, especially Phasmatodea and Lepidoptera. Attribution of these fossils to insects led us to designate the new taxon *Knoblochia cretacea* Heřmanová, Bodor et Kvaček (Heřmanová et al. 2013).

Palaeoecological evaluation of the flora using CLAMP, NRL and CoA shows seasonally dry climate, mean annual temperature is believed to have been approximately 15°C (Váchová & Kvaček 2009).

The new material was discovered in the Zliv-Řídká Blana quarry, and provided an excellent preserved diversified assemblage of mesofossils. The systematic composition of the Zliv-Řídká Blana mesofossil flora is also in agreement with other mesofossil floras from Laurasia (Friis et al. 2011), with a diverse component related to the Normapolles group (Fagales) and with many taxa that appear to be related to various families of the Ericales.

5. Conclusions

This thesis had three goals.

1. A systematic revision of selected plant reproductive structures was the first aim of this thesis.
2. A description of the new material from the Zliv Řídká-Blana locality was the second aim.
3. Palaeoecological study of the Klikov Formation was the third aim of the thesis.

All three goals have been met.

6. References

- ANDERSON, C. L., BREMER, K. & FRIIS, E. M. 2005. Dating phylogenetically basal eudicots using rbcL sequences and multiple fossil reference points. *American Journal of Botany* 92(10), 1737–48.
- DONOGHUE, P. C. J., BENGTSON, S., DONG, X., GOSTLING, N. J., HULDTGREN, T., CUNNINGHAM, J. A., YIN, CH., YUE, Z., PENG, F. & MARCO, S. 2006. Synchrotron x-ray tomographic microscopy of fossil embryos. *Nature* 442, 680–83.
- FRIIS, E.M., CRANE, P. & PEDERSEN, K. R. 2011. *Early Flowers and Angiosperm Evolution*. 585 pp. Cambridge University Press.
- FRIIS, E. M., PEDERSEN, K. R. & SCHÖNENBERGER, J. 2006. Normapolles plants: a prominent component of the Cretaceous rosoid diversification. *Plant Systematics and Evolution* 260, 107–40.
- HEŘMANOVÁ, Z., BODOR, E. & KVAČEK, J. 2013. *Knoblochia cretacea*, Late Cretaceous insect eggs from Central Europe. *Cretaceous Research* 45, 7–15.
- HEŘMANOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2010. Late Cretaceous *Palaeoaldrovanda*, not seeds of a carnivorous plant, but eggs of an insect. *Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series* 179, 105–18.
- HEŘMANOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2012. New record of genus *Caryanthus* from the Cretaceous of South Bohemia (Czech Republic). *Sborník Národního musea v Praze* 68(1), 47–50.
- HEŘMANOVÁ, Z., KVAČEK, J. & FRIIS, E. M. 2011. *Budvaricarpus serialis* Knobloch & Mai, An unusual new member of the Normapolles complex from the Late Cretaceous of the Czech Republic. *International Journal of Plant Sciences* 172(2), 285–93.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. 1983. Carbonized seeds and fruits from the Cretaceous of Bohemia and Moravia and their stratigraphical significance. *Knihovnička Zemního plynu a nafty*, 305–332.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. 1984. Neue Gattungen nach Früchten und Samen aus dem Cenoman bis Maastricht (Kreide) von Mitteleuropa. *Feddes Repert* 95, 3–41.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. 1986. Monographie der Früchte und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického* 47, 1–219.
- MOSBRUGGER, V. 1999. The nearest living relative method. 261–265 In JOHNES, T. P. & ROWE, N. P. (eds) *Fossil Plants and Spores modern techniques*. The Geological Society, London.
- MOSBRUGGER, V., & UTESCHER, T., 1997. The coexistence approach - a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 134, 61–86.

- SPICER, R. A. 2006. Clamp. <http://www.open.ac.uk/earth-research/spicer/CLAMP/Clampset1.html>
- VÁCHOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2009. Palaeoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 84(2), 257–268.
- WOLFE, J. A. 1990. Palaeobotanical evidence for a marked temperature increase following the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature* 343, 153–156.
- WOLFE, J.A. 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *U.S. Geological Survey Bulletin* 2040, 1–73.

Seznam publikací / Selected publications

Tato práce je předkládána jakou soubor následujících článků. Články I., III. a V. byly publikovány v impaktovaných časopisech, článek IV v časopise zařazeném do databáze Scopus. / This thesis is a compilation and synthesis of previously published papers. Papers I., III. a V. are published in impact journals, paper IV is in Scopus.

č.	Název
I.	Váchová, Z. & Kvaček, J. 2009. Palaeoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech Republic. <i>Bulletin of Geosciences</i> 84(2), 257–268.
II.	Heřmanová, Z. & Kvaček, J. 2010. Late Cretaceous <i>Palaeoaldrovanda</i> , not seeds of a carnivorous plant, but eggs of an insect. <i>Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series</i> 179(9), 105–118.
III.	Heřmanová, Z. , Kvaček, J. & Friis, E. M. 2011. <i>Budvaricarpus serialis</i> Knobloch & Mai, an unusual new member of the Normapolles complex from the Late Cretaceous of the Czech Republic. <i>International Journal of Plant Sciences</i> 172(2), 285–293.
IV.	Heřmanová, Z. & Kvaček, J. 2012. New record of genus <i>Caryanthus</i> from the Cretaceous of South Bohemia (Czech Republic). <i>Sborník národního muzea v Praze Řada B – Přírodní vědy</i> 68, 47–50.
V.	Heřmanová, Z. , Bodor, E. & Kvaček, J. 2013. <i>Knoblochia cretacea</i> , Late Cretaceous insect eggs from Central Europe <i>Cretaceous Research</i> 45, 7–15.
VI.	Heřmanová, Z. & Kvaček, J. Preliminary report on new plant mesofossils from the Klikov Formation, Cretaceous, Czech Republic <i>MS</i> .

Curriculum vitae

Zuzana Heřmanová, roz. Váchová

narozena 12. 4. 1982 v Praze

Vzdělání

- 1993–2001 Křesťanské gymnázium
2001–2003 Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy
2003–2004 au-pair pobyt v Německu
2006 Zentrale Mittelstufeprüfung
2004–2007 Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy - magisterské studium
2007 diplomová práce: Paleoklimatická analýza křídové flóry z jihočeských pánví.
2007–2010 Postgraduální studium geologie
2013 Postgraduální studium geologie

Odborná praxe:

2008–nyní: paleontologické oddělení, Národní muzeum, Praha; preparátorka

Vědecké zaměření:

paleobotanika, křída, reproduktivní orgány rostlin, systematika

Účast na mezinárodních konferencích:

- 8th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference, 2007 Bratislava: „Analýza CLAMP křídové flóry klikovského souvrství jihočeských pánví“ Z. Váchová, J. Kvaček - přednáška
- 12th International Palynological Congress and 8th International Organisation of Palaeobotany Conference 2008, Bonn: “*Budvaricarpus*, a new Normapolles producing flower from South Bohemia (Late Cretaceous, Czech Republic)” Z. Váchová, J. Kvaček, E.M. Friis - přednáška
- 9th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference, 2008 Warszawa: “Preliminary report on new finds of mesofossils of the Klikov Formation (Southern Bohemia) Czech Republic” Z. Váchová - přednáška
- 10th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference, 2009 Banská Bystrica: “Preliminary report on *Palaealdrovanda splendens*, carnivorous plant or insect eggs?” Z. Váchová - přednáška and “*Spirellea* seeds from the Iharkut locality

(Upper Santonian, Hungary) and their classification based on type material (Upper Cretaceous, Czech Republic)” E. Bogor, Z. Vachova - poster

8th European Palaeobotanical and Palynology Conference, 2010 Budapest: “New interpretation of *Spirellea kvacekii* and *Spirellea trebecensis* as Cretaceous insect eggs“ Z. Heřmanová, E. Bodor - poster „New record of *Normapoles* plant remains from the Cretaceous of South Bohemia (Czech Republic)” Z. Heřmanová, J. Kvaček - přednáška

11th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference , 2010 Praha: „Nové nálezy křídových mesofosilií z Klikovského souvrství“ Z. Heřmanová - přednáška

12th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference , 2011 Bratislava: “*Knoblochia*, Late Cretaceous insect eggs from Central Europe” Z. Heřmanová, E. Bodor, J. Kvaček - přednáška

13th International Palynological Congress and 9th International Organisation of Palaeobotany Conference - IPC/IOPC 2012, Tokyo: “Preliminary report on new plant mesofossils from the Klikov Formation, Cretaceous, Czech Republic” Z. Heřmanová, J. Kvaček, E. M. Friis - poster

publikovaná literatura

Kvaček, J. & Váchová, Z. 2006. Revision of platanoid foliage from the Cretaceous of the Czech Republic. *Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series* 175(3-4): 77-89.

Váchová, Z. & Kvaček, J. 2009. Palaeoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 84(2): 257-268.

Heřmanová, Z. & Kvaček, J. 2010. Late Cretaceous *Palaeoaldrovanda*, not seeds of a carnivorous plant, but eggs of an insect. *Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series* 179 (9): 105-118.

Heřmanová, Z., Kvaček, J & Friis, E.M. 2011: *Budvaricarpus serialis* Knobloch & Mai, an unusual new member of the *Normapoles* complex from the Late Cretaceous of the Czech Republic *International Journal of Plant Sciences* 172(2): 285-293.

Heřmanová, Z. & Kvaček, J. 2012. New record of genus *Caryanthus* from the Cretaceous of South Bohemia (Czech Republic) *Sborník národního muzea v Praze Řada B – Přírodní vědy* 68: 47-50.

Bodor, E., Baranyi, V. & Heřmanová, Z. 2012. The earliest Sabiaceae fruit remains of Hungary *Hantkeniana* 02/2012(*Monostori Jubilee*), 11-18.

Heřmanová, Z., Bodor, E. & Kvaček, J. 2013. *Knoblochia cretacea*, Late Cretaceous insect eggs from Central Europe *Cretaceous Research* 45: 7-15.

projekty

MKČR Revision of the flora of the South Bohemian Cretaceous Basins (2007-2010) – DE 07P04OMG005 (spoluřešitel J. Kvaček, NM)

zapojena v projektech

MKČR DKRVO 2013/05: Paleontologie vybraných skupin živočichů a rostlin.

DE06P04OMG009: Vědecká a muzeologická revize a dokumentace vybraných částí typového materiálu ve sbírkách paleontologického oddělení NM.

MKČR DF12P01OVV021: Typový a unikátní materiál ve sbírkách přírodovědeckých muzeí: metodika správy a zpřístupňování tohoto významného kulturního dědictví.

MK00002327201: Vědecké zhodnocení a rozšiřování přírodovědeckého sbírkového fondu Národního muzea.