

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Geologie  
Geobiologie



**Bc. Jana Čepičková**

**Paleoekologická studie křídové extremofilní flóry s důrazem na xerofyty**

**Paleoecological study of the Cretaceous extremophilic flora with emphasis on xerophytes**

**Diplomová práce**

**Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jiří Kvaček, CSc.**

**Konzultant diplomové práce: doc. RNDr. Jakub Sakala, Ph.D.**

**Praha 2019**

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 22. 08. 2019

.....

podpis

## Poděkování

Na prvním místě chci poděkovat svému školiteli, doc. RNDr. Jiřímu Kvačkovi, CSc. a konzultantovi, doc. RNDr. Jakobovi Sakalovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce, cenné rady a trpělivost při zodpovídání častých dotazů. Zároveň své poděkování věnuji pracovníkům paleontologického oddělení Národního muzea, kteří mi věnovali svůj čas a energii při řešení technických a dalších úskalí práce.

Tato práce by nevznikla bez tolik důležité podpory rodiny, které tímto vyjadřuji svůj velký dík. Rovněž děkuji svým přátelům, kamarádům a známým za jejich pomoc a psychickou podporu, jakož i svým někdejšími nepřátelům za motivaci.

## Abstrakt

Studovaný materiál pochází z české křídové pánve perucko-korycanského souvrství cenomanského stáří, z lokalit Pecínov a Praha – Malá Chuchle z české křídové pánve. Pro srovnání s fosilními taxony byly použity xerofytní až mesofytní recentní rostliny. Fosilní i recentní materiál byl dokumentován makromorfologicky a pomocí kutikulární analýzy.

V systematické části bylo popsáno 11 fosilních taxonů z oddělení Lyginopteridophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta, Pinophyta, Magnoliophyta, z nich byly tři taxony popsány nově (list benetitu *Zamites mirovanae* sp. nov., listy krytosemenných rostlin *Dicotylophyllum labutae* sp. nov, *D. pecinovense* sp. nov). Na studovaném materiálu bylo dále na základě studia makro- a mikromorfologie stanoveno, které fosilní rostliny perucko-korycanského souvrství patří mezi extremofyty. Pozorování prokázalo, že rostliny vystavené stresu se nedostatku vody bránily tím, že upravily svou mikromorfologickou stavbu.

Analýzou dříve publikovaných a nově získaných dat byly mezi studovanými fosilními taxony vyděleny halofyty. Tyto rostliny, pocházející z prostředí slaných marší a přibřežních močálů ovlivňovaných mořským přílivem, jsou charakterizované silnými kutikulami, průduchy zanořenými ve stomatálním dvůrku a/nebo jsou obklopené výrazným valem nebo papilami. Na povrchu epidermis mohou mít různé ornamentace ve formě vrásek nebo papil. V sedimentech perucko-korycanského souvrství jsou zastoupeny relativně hojně. Rozdíl mezi mesofyty a xerofyty nebylo možno jednoznačně stanovit, přesto se podařilo vydělit alespoň dva xerofyty, a to *Pseudoctenis babinensis* a *Dicotylophyllum labutae* sp. nov. Xerofyty jsou typické silnými kutikulami, průduchy zanořenými ve stomatálním dvůrku a/nebo jsou obklopené výrazným valem nebo papilami. Na povrchu epidermis mohou mít různé ornamentace ve formě vrásek nebo papil. Mesofyty jsou charakterizované znaky podobnými xerofytům, nicméně tyto znaky jsou mnohem méně výrazné. Tyto rostliny původně rostly ve větších či menších vzdálenostech od vodních toků a sedimentačních bazénů. Ve fosilním záznamu perucko-korycanského souvrství se vyskytují relativně vzácně.

Srovnání s recentními rostlinami potvrdilo extremofilní charakter řady taxonů rostlin perucko-korycanského souvrství. Přítomnost xerofytů indikuje sezónní klima, které pravděpodobně panovalo v době trvání cenomanu v prostoru Českého masivu.

Klíčová slova: extremofyty, xerofyty, mesofyty, halofyty, kutikulární analýza, křída, fosilní listy

## Abstract

The studied material comes from the Bohemian Cretaceous Basin, Peruc-Korycany Formation Cenomanian age, from the localities Pecínov and Praha - Malá Chuchle. Recent plants were used for comparison with fossil xerophyte and mesophyte plants. Fossil and recent material was macromorphologically documented and analyzed using cuticular analysis.

In the systematic part, eleven fossil taxa from divisions Lyginopteridophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta, Pinophyta and Magnoliophyta were described. From these, three new taxa were established: bennetite leaf of *Zamites mirovanae* sp. nov., angiosperm leaves of *Dicotylophyllum labutae* sp. nov. and *D. pecinovense* sp. nov. Based on the study of macro- and micro-morphology, it was distinguished which part of the studied material belongs to the extremophytes. Observations of micromorphology showed that plants that were exposed to water stress were trying to overcome this constraint by adjusting their micromorphology.

Analysing previously published and newly acquired data helped to separate halophytes from other studied fossil taxa. These plants from the environment of salty marshes and tide-influenced swamps are characterised by thick cuticle, stomata embedded in stomatal chamber and/or surrounded by raised rims or papillae. They show various forms of wrinkles or papillae on their external surface of epidermis and are comparatively abundant in sediments of the Peruc-Korycany Formation. The boundary between mesophyte and xerophyte could not be unequivocally distinguished, but at least there were two xerophytes identified, namely *Pseudoctenis babinensis* and *Dicotylophyllum labutae* sp. nov. Xerophytes are characterized by thick cutinisation of epidermis, stomata in deep stomatal chambers surrounded by raised rims or papillae. The external side of epidermis is formed by various ornaments, wrinkles or papillae. Mesophytes are characterized by xerophyte-like features, but these features are much less pronounced. These plants originally grew in the vicinity of streams, rivers and sedimentation basins. They are comparatively rare in the fossil record of the Peruc-Korycany Formation.

Comparison with recent plants has confirmed the extremophile character of many floral taxa of the Peruc-Korycany Formation. The presence of xerophytes indicates a seasonal climate, which probably dominated during the Cenomanian in the Bohemian Massif.

Key words: extremophytes, xerophytes, mesophytes, halophytes, cuticle analysis, Cretaceous, fossil leaves

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 7  |
| 2. Současný stav problematiky .....                                  | 8  |
| 3. Geologický úvod.....  | 11 |
| 4. Materiál.....   | 16 |
| 5. Metodika .....  | 17 |
| 5.1. Kutikulární analýza .....                                       | 17 |
| 5.1.1. Úvod do studia rostlinných kutikul .....                      | 17 |
| 5.1.2. Kutikulární analýza na fosilním materiálu .....               | 18 |
| 5.1.3. Kutikulární analýza na recentním materiálu.....               | 20 |
| 5.1.4. Pozorování pod světelným mikroskopem.....                     | 21 |
| 5.1.5. Pozorování pod skenovacím elektronovým mikroskopem (SEM)..... | 22 |
| 5.1.6. Úprava fotografií .....                                       | 23 |
| 5.1.7. Pozorované epikutikulární znaky .....                         | 23 |
| 5.1.7.1. Průduchy.....   | 23 |
| 5.1.7.2. Papily.....   | 26 |
| 5.1.7.3. Trichomové báze .....                                       | 26 |
| 6. Systematická část.....  | 27 |
| 7. Popis kutikul recentních rostlin .....                            | 51 |
| 8. Makro- a mikromorfologické znaky indikující paleoprostředí.....   | 52 |
| 8.1. Makromorfologie .....   | 53 |
| 8.1.1. Makromorfologické znaky listů indikující suché prostředí..... | 53 |
| 8.1.2. Makromorfologické znaky listů indikující vlhké prostředí..... | 54 |
| 8.2. Mikromorfologie.....  | 54 |
| 8.2.1. Mikromorfologické znaky listů indikující suché prostředí..... | 54 |
| 8.2.2. Mikromorfologické znaky listů indikující vlhké prostředí..... | 55 |
| 9. Srovnání recentního a fosilního materiálu .....                   | 56 |
| 10. Diskuze .....  | 57 |
| 11. Výsledné zhodnocení autekologie studovaných taxonů .....         | 58 |
| 12. Zasazení studia do širších paleoekologických souvislostí.....    | 59 |
| 13. Závěr .....  | 60 |
| 14. Citace .....   | 61 |
| 15. Fototabule .....   | 72 |

## 1. Úvod

V této diplomové práci se budu věnovat problematice extremofilních rostlin, zejména rostlin xerofytních, které existovaly na počátku svrchní křídy na území České republiky. Cest, které vedly k výběru tématu diplomové práce, bylo několik. Zejména to byl zájem o studium rostlin, recentních i fosilních. Dále to byl zájem o abnormality spojené s místem jejich výskytu a posléze období křídy, které je pro vývoj krytosemenných rostlin velice významným mezníkem.

Informace nutné pro vznik této práce byly získány z rostlinných makrofosilií se zachovanou kutikulou. Mikroskopickým pozorováním zachované mikromorfologie bylo upřesněno jejich systematické zařazení. Zvláště byly zjišťovány struktury, které mohou přispět k poznání ekologie těchto rostlin. Z pozorování těchto znaků na listové kutikule bylo usuzováno na výskyt možných extremofytů (xerofytů a halofytů) v českém cenomanu.

Xerofytní neboli suchomilné rostliny jsou v dnešní době vcelku běžnou součástí zdejší krajiny. Jako xerofyt je označována rostlina, která se fyziologicky přizpůsobila růstu na suchých stanovištích. Tato stanoviště mohla ke svému suššímu charakteru přijít několika způsoby např. nadměrným slunečním zářením či vysokou větrností. Největší množství xerofytních rostlin nalezneme mezi sukulentními rostlinami, trávami a nahosemennými rostlinami (Lefor 1999).

Za halofyt neboli slanomilnou rostlinu je považována rostlina vyskytující se v blízkosti mořských břehů nebo v prostředích s vyšší salinitou, kde by jiné rostliny neprosperovaly. Halofyty se tedy vyskytují ve vlhkém prostředí, ale nasycení solemi je tak vysoké, že v podstatě trpí nedostatkem sladké vody. Slanost je jedním z hlavních abiotických stresů, jež především omezuje růst rostliny jako takové (Gupta & Huang 2014).

Habitus rostliny je obvykle přizpůsoben riziku vyššího výparu. Jedná se velmi často o dužnaté listy nebo stonky, které schraňují zásoby vody, voskovitý povrch listů odrážející světlo, speciálně modifikované kořeny sloužící k uskladnění vody aj. Co lze vyčíst z dostupného materiálu, tj. listových fosilií, jsou zejména mikromorfologické znaky. Jedná se zejména o tloušťku kutikuly, přítomnost papil a jejich četnost, zanoření průduchů.

## 2. Současný stav problematiky

Prvními cenomanskými rostlinami, které byly na našem území studovány, byly nahosemenné rostliny a kapradiny, a to z důvodu jejich vyššího zastoupení ve fosilním záznamu. Jimi se zabýval, vedle převážně prvohorních rostlin, Kašpar Maria Sternberg, který popsal koniferu *Lycopodiolites lignitum*, později přerazenou k rodu *Cunninghamites* (Sternberg 1825, Kvaček J. 2000) a kapradinu *Protopteris punctata* (Sternberg 1820, Greguš a kol. 2013). Později v popisu křídových rostlin pokračoval Karel B. Presl. Mezi jinými popsal *Cunninghamites oxycedrus* a *Dammarites albens* (Presl in Sternberg 1838). Ve studiu českých křídových rostlin dále pokračoval Josef A. Corda, který se zabýval především kapraďorosty a nahosemennými rostlinami. Krytosemenné rostliny Corda zmiňuje jako nezanedbatelnou část peruckých vrstev, přesto je zatím ve svém díle uvádí ve formě fragmentů (Corda 1845, Corda in Reuss 1846).

České křídě se dále věnoval Oswald Heer, který svůj zájem soustředil především na studium maletínského pískovce na území Moravy. Zde popsal 14 nových druhů (Heer 1869). Na Heerovy poznatky posléze navázal Josef Velenovský. Revizi této flóry publikoval Greguš (Greguš & Kvaček J. 2015).

Zhruba ve stejné době působili na poli paleobotaniky Karl Feistmantel a jeho syn Ottokar (Feistmantel K. 1870, 1875), který později vynikl studiem gondwanské flóry v Indii (Feistmantel O. 1880, 1881, 1882). K. Feistmantel se věnoval hlavně slánsko-rakovnické páňvi. Přestože se ve svém studiu věnoval především českému permokarbonu, popsal i křídovou rostlinu *Sclerophyllum alatum*, kterou považoval za karbonskou. Tato rostlina byla později popsána Velenovským jako druh *Frenelopsis bohemica* (Velenovský 1888). Podle pravidla priority je dnes označována jako *Frenelopsis alata* (Feistmantel K. 1881, Knobloch 1971).

Perucké vrstvy, zejména jejich paleontologický záznam, jsou i dnes předmětem zájmu paleontologického výzkumu. Podrobněji začaly být zkoumány již ve druhé polovině 19. století, a to Josefem Velenovským (Velenovský 1889). Zde Velenovský popisuje paleoprostředí peruckých vrstev jako tůně či jezírka, případně slepá ramena a říční zátoky periodicky zaplavované, což dokládá periodické střídání písků a jílu. Přestože zde Velenovský nepopisuje lokalitu Pecínov u Nového Strašecí, odkud pochází materiál, jehož studium je těžištěm této diplomové práce, existuje tu zmínka o nálezu druhu *Tempskya varians* Corda. V Rynholci, který se nachází v těsné blízkosti lomu (Velenovský 1889), se začalo rozsáhle těžit až ve druhé polovině 20. století (Holý 1962). Velenovský spolu s Ladislavem Viniklářem



dali posléze vzniknout velkému soubornému dílu o cenomanských rostlinách, kterému předcházela dvě desetiletí aktivního sběru a studia (Velenovský & Viniklár 1926, 1927a, 1929, 1931).

Perucké vrstvy začal podrobně zkoumat i Antonín Frič již od roku 1865, kdy v Peruci našel zbytky živočichů i rostlin. Po několik následujících desetiletí s Edvinem Bayerem sbíral fosilie, dokumentoval lokality. Posléze byly poznatky sepsány v knize Studie křídového útvaru českého – Perucké vrstvy (Bayer 1902). V této publikaci je popisována i krajina v okolí Rynholce, konkrétně příkrá stráň v blízkosti opuštěného dolu, kde bylo nalezeno velké množství zbytků stromovitých kapradin rodu *Tempskya*. Rovněž zde autor nepochybuje o skutečnosti, že perucké hlinité lupky a pískovce jsou sladkovodního původu, a to jak rostliny, tak živočichové. A také nebylo pochyb, že nad vrstvami peruckými se nachází vrstvy korycanské, které jsou již mořského původu (Frič et Bayer 1902).

Historie výzkumu rostlinných kutikul se začíná psát již v první polovině 19. století, kdy Brongniart v roce 1834 připravil první kutikuly recentních krytosemenných rostlin (Brongniart 1834). V 50. letech 19. století byla metodika kutikulární analýzy dále rozvíjena. Byly pozorovány epidermální struktury a průduchy kutikul fosilních rostlin z terciárního hnědého uhlí (Wessel & Weber 1855). V roce 1855 byla kutikulární analýza zdokonalena o využití tzv. Schulzeho roztoku, který nese název po svém objeviteli (Schulze 1855). Až ve 20. století se však kutikulární analýza začala používat ve větším měřítku, nejen u krytosemenných, ale především u nahosemenných rostlin.

Kutikulární analýza byla historicky poprvé provedena na našem území E. Bayerem, který se svými prvními preparacemi začal roku 1893 na materiálu ze sbírek Národního muzea. Prostřednictvím kutikulární analýzy se pokoušel determinovat některé cenomanské nahosemenné a krytosemenné rostliny (Bayer 1914a). Bayer ze svých vzorků za použití koncentrované kyseliny dusičné s koncentrovaným roztokem chlorového vápna za studena maceroval kutikuly, které, jak postupem času zjistil, světlají, barvil je tedy fuchsinem a cyaninem. Toto barvení prováděl i na materiálu recentním (Bayer 1921).

Kutikulami se po něm zabýval František Němejc, který se ve svém díle snažil vyřešit otázku totožnosti druhů *Sclerophyllum alatum* (Feistmantel) a *Frenelopsis bohémica* (Velenovský). Zde dospěl k názoru, že nelze tento spor vyřešit pouze pozorováním makro vzorku, nýbrž je zapotřebí i vymacerovat kutikulu. To provedl pomocí Schulzeho roztoku, po němž vzorek máčel ve vodou zředěným amoniakem. Následným pozorováním obou získaných kutikul a jejich průduchů se mu podařilo prokázat, že *Sclerophyllum alatum*

a *Frenelopsis bohemica* jsou totožnými druhy (Němejc 1926). Novou kombinací (tj. *Frenelopsis alata*) však publikoval o mnoho let později Knobloch (1971).

Kutikulární analýzu rozvinul zejména Carl R. Florin, švédský botanik, který studoval zejména nahosemenné rostliny. Florin významným způsobem posunul využití studia fosilní kutikuly, především průduchové morfologie k určení fosilních nahosemenných rostlin (Florin 1931, 1944; Kerp 1990).

Studiem kutikul druhu *Eucalyptus geinitzii* se u nás zabývala B. Pacltová (Pacltová 1961). Křídové nahosemenné rostliny u nás dále studoval Antonín Hlušík. Hlušík věnoval svoji pozornost kutikulární analýze zejména druhů *Frenelopsis alata*, *Dammarites albens* a řádu Ginkgoales (Hlušík 1972, 1974a, 1976, 1977a, 1977b).

Od 70. let minulého století se kutikulární analýzou na světové úrovni u nás zabývá Zlatko Kvaček, který se specializuje na třetihorní rostliny. Kvaček rozřídil krytosemenné rostliny cenomanu české křídové pánve do několika skupin na základě vlastností jejich listů, potažmo kutikul. Jednalo se o listovou čepel, žilnatinu, a především typ průduchů a trichomové báze (Kvaček Z. 1983, 1992).

Studiem fosilních rostlin peruckých vrstev se zabíral též Erwin Knobloch, jenž se věnoval i méně známým druhům kapradin, kapradosemenných, nahosemenných i krytosemenných rostlin, zejména druhům rodu *Dicotylophyllum* (Knobloch 1999).

V současnosti je v oblasti popisu taxonů a zároveň popisu jejich prostředí prostřednictvím výsledků z kutikulární analýzy jedním z nejaktivnějších přispěvatelů Jiří Kvaček, který se takto věnoval rodům *Sphenolepis*, *Microzamia*, *Sagenopteris*, *Frenelopsis*, *Alvinia*, *Brachyphyllum*, *Pseudoctenis* a *Pseudoasterophyllites*. (Kvaček J. 1997a,b, 1999, 2000, 2007, 2008, Kvaček *et al.* 2016).

### 3. Geologický úvod

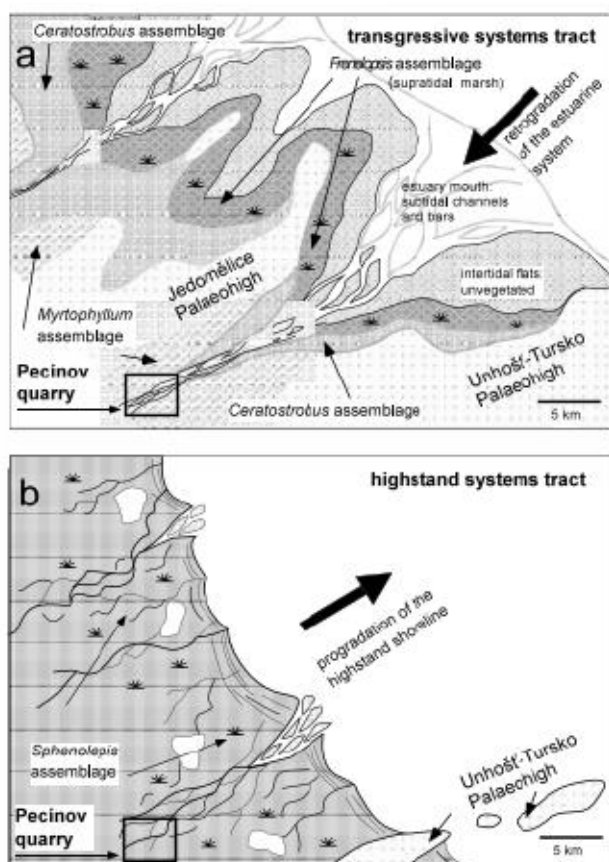
Pro studium extremofilních rostlin byla zvolena fosilní flóra pocházející z počátku svrchní křídy, cenomanu perucko-korycanského souvrství české křídové pánve. Vzorky druhu *Sagenopteris variabilis* pochází z lokality Praha – Malá Chuchle (Velenovský 1889) (Obr. 1). Z aktivního lomu Pecínov (Obr. 1, 3), specializujícího se na těžbu žárovzdomých materiálů nedaleko Rynholce, pochází většina veškerého materiálu použitého pro tuto diplomovou práci. Lokalita Pecínov byla nejlépe popsána v publikacích Uličný & Špičáková (1996), Uličný *et al.* (1997) a Košťák *et al.* (2018).

Perucko-korycanské souvrství (Čech *et al.* 1980) leží na bázi většiny rozlohy české křídové pánve. Aktivní lom Pecínov se nachází 60 km západně od Prahy a je zde možné pozorovat vyjimečně názorně odkrytý profil perucko-korycanského souvrství. Sestává se z peruckých vrstev, fluviálních a částečně marinních sedimentů, dále z korycanských vrstev, které jsou mořského původu. Hranice mezi peruckými a korycanskými vrstvami je v celé české křídové pánvi diachronní. V podloží křídových sedimentů lomu Pecínov se nachází karbonské vrstvy nýřanské a pod nimi ještě vrstvy radnické (ústní sdělení Z. Šimůnek).



Obr. 1 – Česká křídová pánve; 1 – Pecínov, 2 – Praha – Malá Chuchle, podle habilitační práce Kvaček J. (2017)

Lom se nachází v místě, kde v cenomanu existovalo údolí mezi dvěma vyvýšeninami, a sice jedoměřickou a unhošťsko-turskou budovanými prvohorními horninami (Obr. 2).



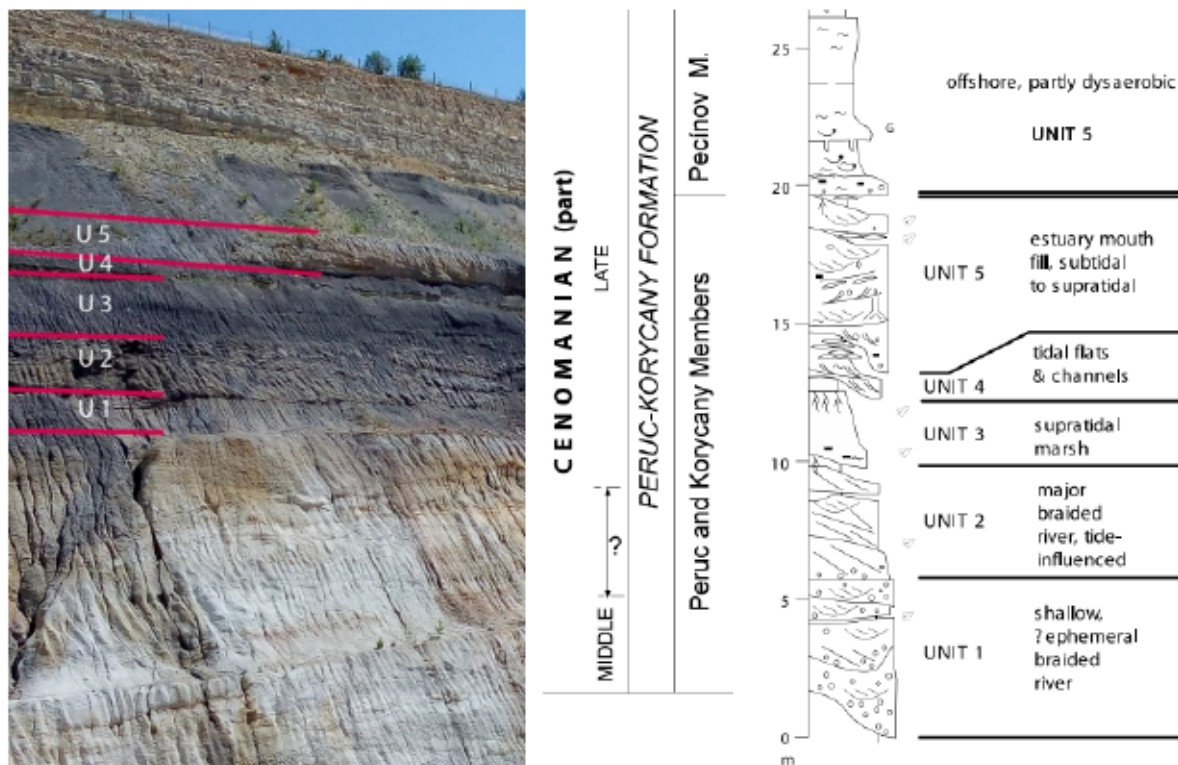
Obr. 2 – lithostratigrafie české křídové pánve, lokalita Pecinov podle publikace Uličný *et al.* (1997)

Na korycanské vrstvy nasedá zprvu neformální pecínovský člen (Uličný *et al.* 1997a), který je dnes už označován jako pecínovské vrstvy a zároveň rozdělen do čtyř jednotek. Je již výhradně mořského původu (Košťák *et al.* 2018). Nad pecínovskými vrstvami se nachází turonské souvrství bělohorské (TUR 1-3) (Uličný *et al.* 1997).

V důsledku dlouhodobého působení erozní činnosti v průběhu triasu až spodní křídý byl terén postupně denudován. Působením říční eroze se údolí postupně rozšířilo a zahloubilo. Mořská transgrese říční údolí postupně zaplavovala a vytvářela estuarinní ústí řeky do moře (Kvaček *et al.* 2006). Dále je vyvinuta již sedimentární facie typická pro přibřežní mělké moře. Střídají se tidalita jako produkt přílivo-odlivových plošin a kanálů. Dále nasedají mořské mělkovodní pískovce, pak pískovce a konglomeráty. Sled je tedy v důsledku zaplavování říčních kanálů směrem do vnitrozemí inverzní. (Uličný *et al.* 1997).



Obr. 3 – lom Pecinov



Obr. 4 – rozložení jednotek UNIT 1-5 na profilu pecinovského lomu

Obr. 5 – tabulka posloupnosti jednotek (UNIT 1-5) perucko-korycanského souvrství; UNIT 1 – mělká, anastomózní řeka; UNIT 2 – anastomózní řeka ovlivněná přílivem; UNIT 3 – supratidální slaná marše; UNIT 4 – ústí mělké řeky do moře, přílivový kanál; UNIT 5 – ústí estuárie, subtidální až supratidální. Podle publikace Uličný *et al.* (1997)

Uličný & Špičáková (1996) popsali na lomu Pecínov v perucko-korycanském souvrství 5 parasekvencí na základě sedimentologie. O rok později bylo použito názvů jednotek (UNITS) (Obr. 5) (Uličný *et al.* 1997).

Níže použité jednotky měly periodicitu cca 100-120 tis. let, lze na nich pozorovat postupný vzestup hladiny moře. Lze konstatovat, že území střední Evropy bylo během cenomanu postupně zaléváno mořem Tethys z jihovýchodu a vodami boreálního severního moře ze severozápadu. V průběhu této transgrese se v okrajových částech pevniny tvořené Českým masivem vytvořilo několik typů prostředí, které byly v jistém časovém intervalu vývoje perucko-korycanského souvrství přítomny na většině doposud známých lokalit. Tato prostředí byla závislá na výšce hladiny podzemní vody, na fluktuaci hladiny světového oceánu, na reliéfu krajiny aj. Takto bylo vyčleněno několik typů prostředí, jmenovitě anastomózní řeka (jednotka 1), řeka ovlivněná přílivem (jednotka 2), supratidální marše (jednotka 3), prostředí přílivo-odlivových kanálů (jednotka 4) a ústí estuárie (jednotka 5) (Uličný *et al.* 1997).

Podloží cenomanských jednotek na lomu Pecínov je z karbonských slepenců a pískovců náležejících k nýřanskému, níže radnickému souvrství (ústní sdělení Z. Šimůnek). První jednotka perucko-korycanského souvrství nasedá přímo na karbonské podloží. Byla popsána jako mělká, často migrující anastomozující řeka, jejíž kanály se překládaly laterálně i vertikálně. Nachází se zde špatně vytríděné konglomeráty, dále střednězrné pískovce, jílovce a jílovcovité čočky (Uličný & Špičáková 1996). Místy se v této jednotce nachází bažinatá prostředí, která jsou typická výskytem čeledi Cupressaceae, dále kapradinami a plavuňovitými rostlinami. Z rostlinných fosilií je zde možné nalézt především krytosemenné rostliny, zejména platanovitá *Ettingshausenia laevis*, vavřínovité *Myrtophyllum geinitzi* a *Grevilleophyllum constans*, květenství *Mauldinia bohémica* a *Pragocladus lauroides*. V palynologickém záznamu dominují pyly krytosemenných rostlin (Uličný *et al.* 1996). Ve zdejších prostředí niv a lužních lesů okolo řek dominovaly galeriové lesy, pohybující se šterkové bary porůstala křovinatá vegetace. Na svazích se pak vyskytovala vegetace složená z kapradin, krytosemenných rostlin a jehličnanů (Kvaček *et al.* 2006).

Jednotka 2 je typická převahou jemnozrnějších sedimentů. Častý bývá výskyt pyritových konkréci, které dokládají tidální vliv moře (Uličný & Špičáková 1996). Uličný *et al.* (1997) prostředí rekonstruuje jako přílivem ovlivněnou řeku. Litologicky je tato jednotka složena z jemnozrných konglomerátů, od oblázkových pískovců až k jemnozrným pískovcům a z jílovců. Opět zde dominují fosilie krytosemenných rostlin, především celokrajné listy *Myrtoidea geinitzii* a květenství *Mauldinia bohémica* a *Pragocladus*

*lauroides*. Na rozdíl od předchozí jednotky je zde prostředí humidnější. Vegetaci široké říční nivy rekonstruuje Uličný *et al.* (1997) jako křovinami porůstající písčité říční bary. Lokální bažinaté porosty zpravidla zahrnují cupressoidní konifery. Ve více stabilních částech nivy rostly větší stromy, příbuzní dnešních platanů (*Ettingshausenia laevis*), a keře z čeledi Chloranthaceae. Dále zde rostly cykasy a kapradiny (Kvaček *et al.* 2006).

Jednotka 3 je vyplněna šedými až černými jílovci a vyskytují se zde často pyritové konkrce. Báze jednotky je tvořena tmavě šedými pískovci. Toto prostředí je interpretováno jako mělká, inter- až supratidální marše se vzestupným charakterem. Nejvýznamnějšími rostlinnými fosiliemi jsou zde konifery, a to zejména *Frenelopsis alata* a *Cunninghamites oxycedrus*. Jedná se o prostředí zahrnující slané marše a příbřežní močály. Nachází se zde velké množství halofytní rostlin. (Uličný *et al.* 1996). Dělí se na dvě podjednotky, na příbřežní močály, které jsou typické cupressoidními koniferami a slané marše či mangrove. Vegetaci slaných marší dominuje konifera *Frenelopsis alata* se samičími šiřticemi *Alvinia* (Kvaček 2000a). Dále se zde vyskytuje jinanovitá rostlina *Nehvizdyella bipartita* (s listy *Eretmophyllum obtusum*) (Kvaček *et al.* 2005). Místy se vyskytuje halofytní bylenná krytosemenná rostlina *Pseudoasterophyllites cretaceus*, která je interpretována jako společný předek čeledi Chloranthaceae a rodu *Ceratophyllum* (Kvaček *et al.* 2016).

V jednotce 4 se vyskytují pískovce s jílovci a laminity. Jde o přechodné říční až mořské prostředí ovlivňované výrazně přílivem (Uličný & Špičáková 1996). Jedná se o ústí mělké, široké řeky s laterální výplní. Výplň vznikla jako směs písku a přílivového bahna. Je vyplněna střednězrnnými pískovci a jílovci. Z důvodu hluboké eroze jednotky je zachování pouze lokální. Opět se zde vyskytují hlavně nahosemenné rostliny jako v předchozí jednotce, a to hlavně čeledi Cupressaceae a Cheirolepidiaceae (Uličný *et al.* 1996). Vegetace zde na směsi písku a jílu příliš nerostla, čili většina fosilií nalezených v této jednotce je alochtonního původu. Též je zde vyšší zastoupení uhlíků coby pozůstatků lokálních požárů, k nimž tu docházelo (Kvaček *et al.* 2006).

Jednotka 5 je složena již hlavně z pískovců a konglomerátů a je zde patrné bohaté zastoupení mořské fauny (Uličný & Špičáková 1996). Z litologického hlediska je jednotka složena z hrubozrnných pískovců a jemnozrnnějších konglomerátů. Svrchní část je charakterizována především tmavšími jílovci, které jsou obohaceny o organickou složku. Tyto jílovce jsou místy velmi bohaté na rostlinné makrofosilie. I v tomto prostředí se zachovalo více nahosemenných rostlin a kapradorostů. Krytosemenné rostliny jsou tu vzácné Uličný *et al.* 1996. Rekonstrukce prostředí je zde nesnadná, do jisté míry sedimentologicky připomíná jednotku 3, ale nenachází se zde konifera *Frenelopsis*. Proto

se nejedná o slanou marši. Spíše se zdá, že fosilní rostliny jsou zde více alochtonního původu. Jsou to typičtí představitelé příbřežního močálu. Opět se tu nalézají cupressoidní konifery *Cunninghamites lignitum* (Kvaček 2000b) a *Sphenolepis pecinovensis* (Kvaček J. 1997). V jejich podrostu převažovaly bylinné plavuně a kapradiny (Kvaček *et al.* 2006). Vyskytují se zde i nepravé kmínky rodu *Tempskya* a dalších dřev (Dvořák 2005).

#### 4. Materiál

Perucko-korycanské souvrství je považováno za nejbohatší souvrství na křídovou flóru, zejména listové fosilie v Evropě. Bylo zde zjištěno 57 taxonů kapradorostů, 49 taxonů nahosemenných rostlin a 81 taxonů krytosemenných rostlin, které jsou zároveň nejtypičtější skupinou souvrství (Kvaček *et al.* 2006).

Pro studium fosilních rostlin byl použit materiál z lokality Pecínov a Praha – Malá Chuchle ze sbírek Národního muzea. Pro provedení analýzy byl materiál předvybrán na základě morfologických znaků, které by mohly ukazovat na extremofilní charakter rostliny.

Většina materiálu byla dříve zkoumána z hlediska halofytních vlastností (Nguyen Tu *et al.* 2002), avšak suchomilnost rostlin se do té doby blíže nezkoumala. Výskyt halofytních rostlin byl již zmíněn v publikaci Uličný *et al.* (1997), kde byly perucké vrstvy rozřazeny do parasekvencí, později jednotek, v nichž existovaly porosty rostlin v prostředí méně či více zasoleném (Uličný *et al.* 1997). Halofytnímu charakteru rostlin byla dále věnována pozornost z hlediska izotopové analýzy, a to zejména v prostředí slaných marší a příbřežních močálů. Izotopová analýza taktéž zjistila na základě poměru  $C^{13}/C^{12}$  v družích *Frenelopsis alata* a *Eretmophyllum obtusum*, že i různá bažinatá prostředí se mohou lišit svou slaností (Nguyen Tu *et al.* 2002).

Materiál, jenž je zkoumán v této diplomové práci, neunikl pozornosti vědců již dříve a prostřednictvím těchto rostlin byly získávány informace o prostředí, ve kterém žily (Kvaček J. 1999, 2000a, Kvaček *et al.* 2005, 2016).

Fosilní rostliny v lomu Pecínov vykazují několik typů zachování. Nejčastěji se vyskytují zuhelnatělé listy. Tyto jsou použity v této práci. Dále se jedná o uhlíky a permineralizované dřevo, kterého je zde zastoupeno nejméně ze jmenovaných typů zachování. Vzhledem k fluvialnímu, později přílivem ovlivněnému prostředí je jisté, že většina listových fosilií je alochtonního, případně semi-autochtonního původu (Falcon-Lang *et al.* 2001). Část vzorků byla získána preparací přímo z horniny (*Dicotylophyllum*



*labutae* sp. nov. a *Pseudoasterophyllites cretaceus*), část existovala jako listový materiál bez přímé fixace v hornině (*Frenelopsis alata*, *Eretmophyllum obtusum*).

Lom Pecínov jsem několikrát navštívila za účelem získání materiálu a získání podkladů pro geologický základ této práce.

## 5. Metodika

### 5.1. Kutikulární analýza

#### 5.1.1. Úvod do studia rostlinných kutikul

Rostlinná kutikula, jejímž celkovým vzezřením a strukturou se diplomová práce zabývá, je tenká vrstvička sestávající se z hydrofobních biopolymerů, které jsou rozpustné v organických rozpouštědlech. Rostlinná kutikula chrání rostlinu zejména před mechanickými a chemickými vlivy atmosféry. Kutikula zabraňuje nadměrné dehydrataci rostlin, ale také zajišťuje, aby voda z listu rychle stékala. Jednou z funkcí rostlinné kutikuly je i obrana před herbivory. Aby této funkci mohla dostát, musela se přizpůsobit prostředí ztluštěním. Tloušťka kutikuly je u jednotlivých rostlinných taxonů velmi variabilní, pohybuje se od prvních stovek nm po více než 10  $\mu\text{m}$  (Kerstiens 2016).

Rostlinná kutikula (= kutinizovaná blána) je velmi odolná a chemicky stálá vrstva složená z kutinu, poskytujícího rostlině odolnost před napadením mikroby a chránící ji před ztrátou vody (Kolattukudy 2001). Dále se skládá z kutanu, který zvyšuje hydrofobní vlastnosti rostliny (Boom *et al.* 2005, Gupta *et al.* 2006) a dalších chemických sloučenin. Využívá ke studiu epidermis, jejíž buněčnou stavbu má v sobě otištěnou. Chemicky je rostlinná kutikula, v podmínkách nepřístupu kyslíku, schopna odolat rozkladu miliony let. Pro svou odolnost a schopnost uchovávat strukturu epidermis, se rostlinná kutikula využívá při studiu fosilních rostlin. V rostlinné kutikule jsou zaznamenány všechny buňky epidermis, včetně průduchů, papil, trichomových bází, někdy celých trichomů. Může na sobě mít ornamentaci ve formě vráskování, šupin nebo vytvářet voskové povlaky (Stace 1965).

Částí kutikuly, do kterých se promítly morfologické tvary epidermis, je několik. Stěny, které tvoří buněčné vzory a jsou patrné ve světelném mikroskopu jako hranice mezi jednotlivými buňkami, jsou antiklinální stěny. Stěny pokrývající vnější strany buněk epidermis se nazývají periklinální. Tyto stěny bývají dobře patrné z toho důvodu, že bývají silně kutinizované.

Kutikula se rozlišuje na svrchní (adaxiální) a spodní (abaxiální). Pro křídové rostliny je typická kutikula hypostomatická (tato je typická i pro většinu recentních rostlin), která je charakteristická průduchy (stomaty) na abaxiální straně listu. Dále existuje kutikula epistomatická (průduchy na svrchní straně listu) a amfistomatická (průduchy na obou stranách) (Kerp 1990).

Kutikulární znaky lze nalézt i na tzv. disperzních kutikulách, což jsou malé (< 1mm) fragmenty kutikuly, které nelze přiřadit ke konkrétnímu taxonu na základě morfologie, neboť jsou již jako fragmenty rozplavovány z horninového materiálu. Lze na nich pozorovat vše, co je možné pozorovat na běžně získaných, vymacerovaných kutikulách. Mají vlastní klasifikaci, nezaloženou na morfologii, nýbrž na anatomických strukturách. Je to způsobeno odlišností anatomických struktur např. listu a stonku jedné rostliny (Upchurch 1995).

### 5.1.2. Kutikulární analýza na fosilním materiálu

Pro získání dat k této diplomové práci byla stěžejní metodou kutikulární analýza. Zevrubný popis procesů včetně praktické ukázky v laboratoři provedl školitel, který se jí v současnosti zabývá a popsal ji ve své disertační práci (Kvaček J. 1998).

Veškeré chemické procesy, které kutikulární analýza zahrnuje, probíhaly v laboratoři paleontologického oddělení Národního muzea. Vzhledem k použití několika zdraví nebezpečných chemikálií musely všechny úkony macerace proběhnout v digestoři s dobrým odsáváním. Pro přípravu chemikálií i pro samotnou maceraci bylo použito běžného laboratorního skla i umělohmotných nádob a náčiní.

Před zahájením macerace jsem izolovala vzorky z horninového materiálu pomocí preparačních jehel pod stereolupou. Vzhledem k nedostatku materiálu a destruktivnímu charakteru analýzy bylo třeba se omezit na získání pouze nezbytně nutného množství materiálu a zároveň se během macerování maximálně vynasnažit, aby k dalšímu preparování nemuselo dojít (Kerp & Krings 1999). Obvykle je doporučováno používat co nejčerstvější vzorek, aby výsledky byly co nejprůkaznější. Přesto v případě kutikulární analýzy je možné vymacerovat dostatečně kvalitní kutikulu, a to i v případě vzorků odebraných před několika desetiletími.

Vzorky je potřeba vystavit působení několika chemikálií, konkrétně kyselině fluorovodíkové, Schulzeho roztoku a vodnému roztoku hydroxidu draselného. V případě, že byl vzorek získán z horniny s fosilií, která byla překryta polyvinylacetátovým filmem kvůli zpomalení degradace působením vzduchu, musel být vzorek nejprve vložen do acetonu,

kvůli rozpuštění filmu. Poté již všechny vzorky prošly stejným procesem, který se individuálně různil v časových intervalech (od prvních minut po hodiny).

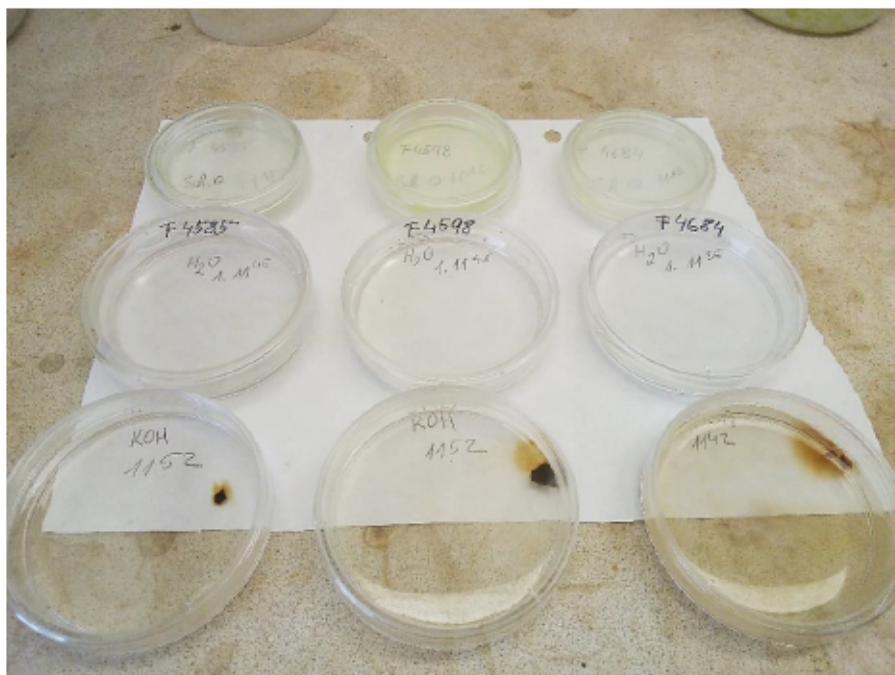
Vzorky byly vymacerovány v plastové misce. Kus fosilního listu byl macerován v 38–40% kyselině fluorovodíkové. Tato kyselina zbavuje zuhelnatělý vzorek silikátových složek. Doba, kdy byl vzorek namočen v kyselině, se značně různila. Obvykle se čas pohyboval v časech 15 – 30 minut (je možné v případě potřeby kyselinu zředit vodou a tím proces zpomalit i na několik dní). Po tomto procesu musí být vzorek několikrát proprán ve vodní lázni. Takto byl vzorek zbaven zbytku horniny - silikátové složky. Při tomto procesu se silikáty dostanou do roztoku a ze vzorku se obvykle oddělí i složky nesilikátové - organický detritus ve formě černých částic. Pokud jsou v hornině obsaženy uhličitany, pro jejich odstranění lze použít kyselinu chlorovodíkovou, v případě zkoumaného materiálu to však nebylo nutné.

Následně je vzorek umístěn do Petriho misky se Schulzeho roztokem (Schulzeho směsí; Schulze's reagent). Schulzeho roztok je nasycený roztok kyseliny dusičné a chlorečnanu draselného. Jedná se silné oxidační činidlo. Ve většině případů začne vzorek brzy reagovat a ztratit původní černé zabarvení. Ideální stav po reakci je hnědý až žlutohnědý odstín vzorku. Schulzeho roztok oxiduje vzorek a převádí nerozpustné organické látky na rozpustné, aniž by však poškodil struktury tvořené kutinem a kutanem. Vzorky v roztoku opět reagují různě dlouhou dobu. V případě macerace druhu *Eretmophyllum obtusum* bylo pronikání činidla do vzorku značně zpomaleno vyšším stupněm prouhelnění. Doba reakce se pohybovala od prvních desítek vteřin (v případě vzorků velikosti mm) po desítky minut (hodina a více). Po maceraci vzorků v Schulzeho směsi byly vzorky přemístěny do vody. Na závěr maceračního procesu byly vzorky umístěny do vodného roztoku hydroxidu draselného. V tomto roztoku se vzorky louhovaly rovněž různě dlouhou dobu, obvykle první minuty až desítky minut. Ve vodném roztoku hydroxidu draselného (KOH) docházelo k rozpuštění organických látek a odstranění zoxidovaných zuhelnatělých zbytků. Postupně se organické látky ze vzorku uvolňovaly, a tak docházelo ke změně barvy, přičemž se vzorek i nadále prosvětloval. Ideálně by po této proceduře měl být vzorek zbaven neprůhledných organických látek a zůstat by měla jen průhledná rostlinná kutikula.

Po použití hydroxidu draselného byl zmacerovaný vzorek umístěn do Petriho misky s vodou. Pakliže je dostatečně čistý, může být dále upravován pro pozorování ve světelném či elektronovém mikroskopu. Pokud vzorek není úplně průhledný, je třeba opakovat cyklus od Schulzeho roztoku po hydroxid draselný znovu tak, aby výsledný vzorek byl průsvitný a bez nečistot, které by bránily pozorování v mikroskopu.

Během měření času, který strávily části listových fosilií v chemikáliích, bylo zjištěno, že doba macerace se prodlužuje s vyšším prouhelněním a také s větší kutinizací vrstvy.

Během žádného procesu nebyl vzorek kutikuly nijak barven (vyjma recentního druhu *Ascarina rubricaulis* Solms, který byl macerován a barven safraninem dříve a dodatečně použit v diplomové práci).



Obr. 6 – Proces macerace. Petriho misky s macerovaným vzorkem; odshora: 1. řada: Schulzeho roztok, 2. řada: voda na propláchnutí, 3. řada: vodný roztok KOH.

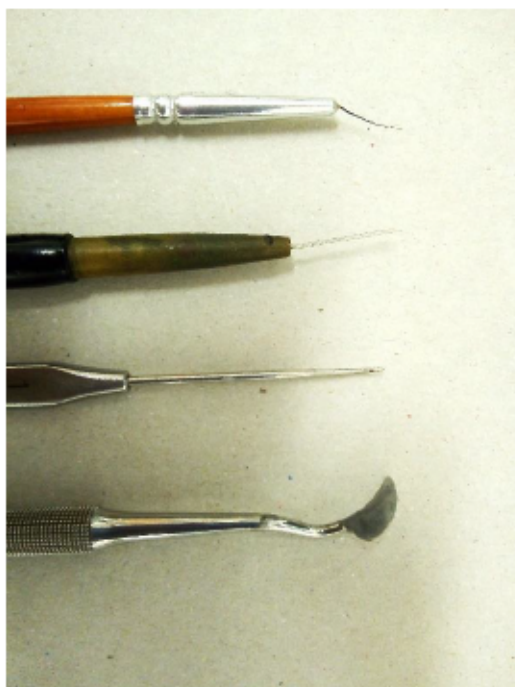
### 5.1.3. Kutikulární analýza na recentním materiálu

Pro lepší demonstraci anatomických struktur, které lze pozorovat na suchomilných rostlinách, bylo vybráno několik recentních rostlin, suchomilných taxonů tzv. xerofytů z herbářových sbírek Národního muzea. Macerační proces, provedený na recentních rostlinách, se od těch fosilních liší především absencí použití kyseliny fluorovodíkové, jejíž použití by zde bylo bezpředmětné vzhledem k absenci silikátových složek. První použitou chemikálií je v onom případě Schulzeho roztok. Stejně jako u použití Schulzeho roztoku na fosilním materiálu, i zde se doba, po níž byly vzorky v roztoku ponořeny, značně liší. Jedná se o první desítky minut, to v případě rodu *Platanus*, po téměř dvě hodiny v případě rodu *Laurus*. Nadále proces pokračuje propráním ve vodě a následně vložením do vodného roztoku KOH. Tento proces je již shodný s procesem provedeným na fosilním materiálu. Ovšem je třeba vzít v potaz, že u recentního materiálu se dosud mezi svrchní i spodní epidermis nachází mezofyl, který je posléze v Petriho misce pod stereolupou třeba

mechanicky odstranit. Poté se již postupuje výše zmíněným způsobem vytváření trvalého preparátu pro světelnou mikroskopii a pro rastrovací (skenovací) elektronový mikroskop.

#### 5.1.4. Pozorování pod světelným mikroskopem

Úprava vzorků probíhala pod stereolupou Olympus SZX 12. U macerovaného listu bylo nutné oddělit adaxiální a abaxiální kutikulu pomocí preparačních jehel a skalpelu (Obr. 7). V některých případech docházelo i k situaci, kdy se adaxiální a abaxiální strana listu oddělily od sebe již během reagování s určitou chemikálií, buď v Schulzeho roztoku nebo ve vodném roztoku KOH. V případě slabší kutikuly bylo velice pravděpodobné, že dojde k poškození či natrhání vzorku. Naproti tomu u fosilií se silnou kutikulou (*Eretmophyllum obtusum*, *Frenelopsis alata*, *Laurus nobilis*) bylo oddělování obtížnější z důvodu použití větší síly a riziku následného natrhání kutikuly. V některých případech docházelo k situaci, kdy se vzorek, bezprostředně po oddělení obou stran kutikuly, stočil natolik, že bylo třeba, po několika neúspěšných pokusech narovnat ho, nafragmentovat jej na více částí (*Dicotylophyllum diospyrophyllum* nom. nov.).



Obr. 7

Nástroje použité pro preparaci pod stereolupou. Odshora:

1. tvrdší chlup sloužící k jemné manipulaci či jemnému mechanickému odstraňování nevymacerovaných nečistot;
2. a 3. preparační jehly;
4. zahnutý skalpel určený k oddělování stran kutikul

Po preparaci byly vzorky kutikul montovány do trvalého preparátu. Obě kutikuly byly umístěny do kapky glycerinu (může být použit i kanadský balzám, pak je však nutné kutikulu sušit), a překryt krycím sklíčkem, případně se pokusit odstranit vzduchové bubliny, které by znehodnocovaly pozorování v mikroskopu. Nakonec byly preparáty uzavřeny Noyerovým rámečkovacím tmelem, který zabraňuje možnému vysychání preparátu.

Trvalé preparáty byly pozorovány ve světelném mikroskopu Olympus BX50 s digitální kamerou Olympus DP-74 pod třemi zvětšeními, a to 10x, 20x a 40x. Pro snímání obrazu a grafickou analýzu byl použit program QuickPHOTO MICRO 3.0. Pro zvětšení 20x a 40x bylo potřeba kutikuly nafotit v několika, obvykle v pěti optických řezech. Poté mohlo dojít ke složení řezů a vytvoření ostrého obrazu. Toto skládání probíhalo v programu Helicon Focus 6.7.1.

#### 5.1.5. Pozorování pod skenovacím elektronovým mikroskopem (SEM)

Pro potřeby SEMu bylo třeba vyprat vzorek v destilované vodě. V případě běžné vody existuje riziko, že by se na vzorku mohly vysrážet minerální částice, které by ovlivnily pozorování v SEMu.

Úprava vymacerovaných vzorků pro účely pozorování v SEMu je až na praní v destilované vodě shodná s přípravou vzorku pro světelnou mikroskopii. Opět bylo nutno oddělit od sebe, pomocí preparačních jehel, adaxiální a abaxiální kutikulu. Tato metoda vyžaduje, aby na nosič byly umístěny obě strany kutikuly a zároveň z vnější a vnitřní strany, tedy abaxiální strana kutikuly vnitřní a vnější a adaxiální strana kutikuly vnitřní a vnější, čímž vznikly čtyři pozorovatelné reliéfy jednoho vzorku. I při těchto mechanických úpravách často docházelo ke stáčení vzorku, tedy i nyní bylo nutné jej opět nafragmentovat. Správně natočené části kutikuly byly umístěny na fotografický film, pokrytý vrstvou želatiny. Vzorky kutikul pak bylo nutné umístit na želatinovou vrstvu filmu a následně nutné vše nechat vyschnout.

Na nosič SEM byl film přilepen použitím běžného laku na nehty. Takto připravené vzorky byly pokoveny vrstvou zlata nebo směsí zlata a palladia v pokovovacím zařízení (slabá vrstva 60 s nebo střední vrstva 120 s), napařovače (typ Quorum Q 150 T ES). Dále bylo možné preparáty pozorovat a dokumentovat v rastrovacím elektronovém mikroskopu (Hitachi S – 3700N).

### 5.1.6. Úprava fotografií

Velké množství získaných fotografií ze světelného mikroskopu a SEM bylo třeba vyselektovat a pro potřebu zhotovení fototabulí upravit v grafickém editoru Adobe Photoshop. Upravené fotografie byly umístěny, upraveny a označeny v softwaru pro vektorovou grafiku Adobe Illustrator.

Na každé fototabuli je znázorněn makroskopický vzorek studovaného materiálu a ve většině případů i holotyp, případně lektotyp či epityp. Dále je vyobrazen snímek ze světelného mikroskopu, vždy abaxiální kutikuly, adaxiální kutikula někdy chybí. Další jsou snímky ze SEMu, které v ideálním případě zabírají abaxiální kutikulu z vnější i vnitřní strany a adaxiální kutikulu ze strany vnitřní.

I přes opatrnou manipulaci se vzorkem občas docházelo k tomu, že při pozorování, ať už ve světelném mikroskopu či SEMu, nebyl objekt dostatečně kvalitní nebo byl špatně natočen. Případně samotná kutikula mohla být získána z části listu, která neobsahovala dostatečné množství znaků, které bylo třeba zdokumentovat.

### 5.1.7. Pozorované epikutikulární znaky

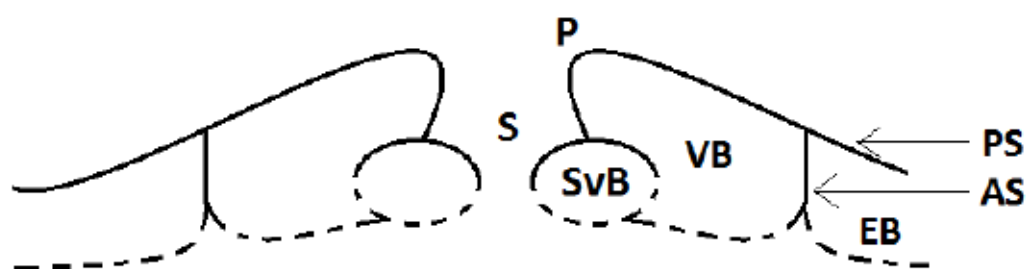
Epikutikulárními znaky se myslí znaky, které byly obtisknuty z epidermis (případně hypodermis) do kutikuly. Epidermis je komplexní tkáň tvořená z většiny nespecializovanými buňkami, tzv. normálními epidermálními buňkami („ordinary cells“). Tyto buňky se mohou někdy dělit na ty nad žilkami – kostální buňky a na ty ležící mezi žilkami – interkostální buňky. Z nich se vydělují buňky sousední obklopující průduch.

#### 5.1.7.1. Průduchy

Průduch rostliny neboli stoma slouží k výměně plynů mezi atmosférou a vnitřním tělem rostliny. Průduch je tvořen dvěma svěracími buňkami („guard cells“), které uzavírají průduchovou štěrbinu („slit“, „aperture“). Rostlina tak průduch otevírá a zavírá podle svých fyziologických potřeb.

Svěrací buňky zpravidla obklopují buňky vedlejší („subsidiary cells“). Vedlejší buňky jsou často dobře rozeznatelné, a to kvůli svému odlišnému tvaru, velikosti, ornamentaci či pozici od ostatních buněk (normálních nebo sousedních). Útvar sestávající se ze svěracích

a vedlejších buněk se nazývá složený průduch („stomatal complex“). Pokud se buňky, které leží v kontaktu se svěřacími buňkami, neliší od normálních, tak se nazývají sousední. Následují normální buňky epidermální („ordinary cells“). Absence buněk sousedních není nijak zvláštní. Na základě uspořádání vedlejších buněk se určují typy průduchů (Kvaček Z. 1985).



Obr. 7 – Příčný řez průduchem; S – stoma (průduch); P – papila; SvB – svěřací buňka; VB – vedlejší buňka; PS – periklinální stěna; AS – antiklinální stěna; EB – epidermální buňka

Periklinální stěny normálních, vedlejších nebo sousedních buněk, zvláště u rostlin rostoucích v suchém nebo slaném prostředí, jsou opatřeny výrůstky, které se označují jako papily. Jedná se o jednobuněčné útvary. Povrch kutikuly mohou pokrývat také trichomy (v případě fosilních kutikul převážně trichomové báze). Jsou to vícebuněčné struktury.

U nahosemenných rostlin definujeme dva typy průduchů, a to syndetocheilní a haplocheilní (Florin 1931, Watson & Sincock 1992, Taylor *et al.* 2009). U syndetocheilního typu se z obou svěřacích buněk oddělují dvě vedlejší buňky. Tento typ se nachází u skupin Cycadeoidales, Welwitschiales, Gnetales a některých krytosemenných rostlin. U haplocheilního typu se z jedné mateřské buňky vydělily dvě svěřací buňky a buňky sousední. Tento typ se nachází u skupin Lyginopteridophyta, Cycadales, Ginkgoales, Cordaitales, Coniferales a Ephedrales (Florin 1931)

Popisu průduchů věnoval pozornost především Zlatko Kvaček ve své práci na základě morfologie. Zde popsal 21 typů průduchů u krytosemenných rostlin, z nichž rozlišujeme v zásadě tři velké kategorie: anomocytní, paracytní a cyklocytní. Typ anomocytní (pouze buňky sousední obklopují pár svěřacích buněk), typ paracytní (dvě laterální vedlejší buňky) a typ cyklocytní (tři a více přibližně stejných vedlejších buněk koncentricky uspořádaných kolem buněk svěřacích). Další dělení je stafilocytní typ (sousední buňky málo odlišné od normálních) a laterocytní typ (sousední buňky u paracytních průduchů, které jsou ještě



děleny). Diacytní průduchy mají kolmo k podélné ose svěracích buněk dvě vedlejší buňky (Kvaček Z. 1985). Brachyparacytní typ je podobný paracytnímu, ale laterální vedlejší buňky nejsou spojeny ve vrcholech, ale jsou utnuté. Stefanocytní průduch připomíná průduch cyklocytní, avšak nejsou u něj rozlišitelné vedlejší buňky (Malvey 2004)

Kvaček Z. (1983) dělí české křídové rostliny do hlavních skupin podle typů průduchů. První skupina „*Platanus-Credneria*“ je charakteristická dlanitě laločnatou listovou čepelí, žilnatina je palinaktinodromní, báze štítovitá, jednoduché trichomové báze a průduchy laterocytní až anomocytní. Do této skupiny byly zařazeny rody *Platanus* a *Credneria* (Kvaček Z. 1983)

Další skupinou je skupina „*Myrtophyllum*“ s celokrajnou jednoduchou, podlouhlou, vejčitou až kopinatou listovou čepelí, zpeřenou, brochidodromní žilnatinou, občas může být i eukalyptoidní žilnatina. Průduchy paracytní se zanořenými svěracími buňkami. Trichomové báze mohou být přítomny a v takovém případě jsou jednoduché, malé a zaoblené. Zřídka se vyskytují sekreční orgány. V této skupině se nachází rody *Magnolia*, *Daphnophyllum*, *Myrtophyllum* a *Grevillea* (Kvaček Z. 1983, 1992)

Následuje skupina „*Cocculophyllum*“ s podlouhlou, vejčitou čepelí, celokrajným okrajem a akrodromní žilnatinou. Průduchy jsou paracytní. Zástupcem této skupiny je rod *Cocculophyllum*.

Skupina „*Aralia-Debeya*“ má listovou čeleď dlanitě dělenou, většinou trojčetné s palinaktinodromní žilnatinou. Průduchy jsou zde laterocytní až anomocytní. Zřídka se vyskytují trichomové báze, které mohou být zčásti silně kutinizované. Do této skupiny spadají rody *Aralia* a *Debeya*.

Jako poslední byla stanovena skupina „*Diospyros*“ s jednoduchými, celokrajnými listy, listovou čepelí vejčitou až kopinatou, žilnatinou brochidodromní. Typ průduchů je zde cyklocytní. Do této skupiny je zahrnován rod *Dicotylophyllum diospyrophyllum* (= *Diospyros cretacea*) (Kvaček Z. 1983).

#### 5.1.7.2. Papily

Pokud se periklinální stěny vedlejších, sousedních nebo normálních epidermálních buněk nápadně zvětšují až do tvaru výrůstků, označují se tyto výrůstky jako papily. Papily jsou jednobuněčné útvary. Přítomnost papil do jisté míry signalizuje suchomilnost zkoumaných rostlin, neboť brání dalšímu výparu. Obvykle bývá papila vyboulena z jedné buňky vedlejší, pak mohou papily být uspořádány do prstence a chránit průduch před vysoušením. Dvě svěrací buňky mohou v místech styku (na pólech) vytvářet ztlustliny. Tyto ztlustliny mohou vytvořit tzv. průduchový prsteneček („stomatal ring“), který se vyznačuje značnou kutinizací. Tímto prstencem (valem) se rostlina chrání před extrémnějšími podmínkami, neřídka také vysoušení prostředí. (Kvaček Z. 1985).

#### 5.1.7.3. Trichomové báze

Vedle průduchů a papil lze na kutikulách pozorovat i vícebuněčné trichomové báze (bohužel samotné trichomy pozorovaných listů jsou vzhledem ke křídovému stáří často již zničené, případně je zlikviduje macerační proces). Samotné trichomy jsou důležité znaky, jež přispívají k diagnostice recentních druhů (Kvaček Z. 1985).

## 6. Systematická část

Systematické zařazení studovaných fosilních rostlin se řídí podle následujících autorit: systematika žijících nahosemenných rostlin podle Catalogue of Life, fosilních podle Taylor *et al.* (2009) a BioLib, systematika krytosemenných rostlin podle APG IV (2016).

**Oddělení: Lyginopteridophyta**

**Třída: Caytoniopsida**

**Řád: Caytoniales**

rod: *Sagenopteris* Presl in Sternberg

Typ: *Sagenopteris rhoifolia* Presl in Sternberg, 1838: 65, pl. 35, fig. 1 = *S. nilssoniana* (Brongniart) Ward

druh: *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský

Tab. I, obr. a-j

Syn.

1885a *Thinfeldia variabilis* Velenovský: 6, pl. 2, figs 1-5, pl. 3, fig. 12 (non *T. variabilis* Fontaine 1889: 110, pl. 17, figs 3-7, pl. 18, figs 1-6, nom. illegit.)

1889 *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský: 48, 52, 56, 73 (non *S. variabilis* Chramova 1977, nom illegit.)

1914 *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský; Bayer: 17, text-fig. 9.

1920 *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský; Bayer: 19, text-fig. 9.

1921 *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský; Bayer: 49, 53, text-figs 1, 2.

1969c *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský; Knobloch: 130.

1999 *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský; Kvaček: pl.1, fig. 2.

Lektotyp: F 237 (coll. Národní muzeum) definoval J. Kvaček (1999)

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Praha - Malá Chuchle

Studovaný materiál: F 2265, F 2267

Výskyt: pouze *Locus typicus*

Diagnóza: viz částečně Velenovský 1885a a Bayer 1914; Kvaček 1999

Popis:

Lektotyp představuje izolovaný úkrojek dlanitě děleného listu. Je vejčitého tvaru velikost 70 x 30 mm (tab. I, obr. a). Má zpeřenou až retikulátní žilnatinu s velmi zřetelnou hlavní žilkou a sekundárními žilkami, které tvoří jemné retikulum. Báze je asymetrická a špička zaoblená.

Studovaný fragment je celokrajný, vejčitý list (tab. I, obr. b). Jeho rozměry jsou 28 x 15 mm. Fragment má zpeřenou žilnatinu. Báze je asymetrická, špička zaoblená. Úkrojek je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 20-40 x 10-20  $\mu\text{m}$ . Antiklinální stěny jsou mírně zvlňené a silné 3-5  $\mu\text{m}$ . Abaxiální kutikula se skládá ze zón kostálních a interkostálních epidermálních buněk (tab. I, obr. e, g). Šířka kostální zóny je 100  $\mu\text{m}$ . Kostální zóna je tvořena polygonálními až protáhlými normálními buňkami („ordinary cells“) o rozměrech 50-60 x 10-20  $\mu\text{m}$ . Interkostální zóna se skládá z isodiametrických normálních buněk a průduchů (tab. I, obr. c, g). Průduchy jsou orientovány nahodile. Antiklinální stěny jsou mírně zvlňené a silné 3  $\mu\text{m}$ . Průduchy jsou haplocheilní. Svěrací buňky („guard cells“) jsou obklopeny silně kutinizovanými sousedními buňkami („subsidiary cells“) o rozměrech 35 x 10  $\mu\text{m}$  (tab. I, obr. d, f). Z vnější strany jsou chráněny nepravidelnými valy (tab. I, obr. h). Periklinální stěna normálních buněk je zvlňená až mírně papilózní (tab. I, obr. j).

Diskuze:

Druh *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský byl na základě listové morfologie sjednocen s druhem *S. mantelii* (Dunker) Schenk (Seward 1894). Později bylo zjištěno, že se tyto druhy liší, a to přítomností většího množství trichomových bází u *S. mantelii* (Kvaček J. 1999). Kutikulu *S. variabilis* pozoroval také Carpentier (1939) a rovněž na onom druhu nenalezl trichomové báze. *S. microphylla* má narozdíl od *S. variabilis* průběh antiklinálních stěn adaxiální kutikuly sinusoidní a jeho průduchy jsou exponované.

Studovaný materiál se od lektotypu morfologicky neliší.

**Oddělení: Cycadophyta**

**Třída: Cycadopsida**

**Řád: Cycadales**

rod: *Pseudoctenis* Seward

Typ: *Pseudoctenis eathiensis* (Richards) Seward 1911: 692, pl. 6, figs 1-3, pl. 7, figs 1-6

druh: *Pseudoctenis babinensis* J.Kvaček

Tab. II, obr. a-i

Syn.

2008 *Pseudoctenis babinensis* J.Kvaček: Pl. 1, figs 1-7, Pl. 2, figs 1-6.

Holotyp: NM F 2448 (coll. Národní muzeum)

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Studovaný materiál: F 4597

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnóza: viz. Kvaček 2008

Popis:

Holotyp (Kvaček J. 2008, pl. 1, fig. 1) je částečně zachovalý bipinátní list s dobře patrným žebrováním. Fragment má paralelní žilnatinu. Žilky vedou až ke kraji listu.

Studovaný listový úkrojek zpeřeného listu je celokrajný (tab. II, obr. a). Jeho rozměry 45 x 7 mm. Fragment má paralelní žilnatinu o hustotě 13 žilek na 10 mm. Žilky jsou rovnoběžné s okrajem listu. Báze ani špička není viditelná. Úkrojek je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o velikosti (40-70 x 20-40  $\mu\text{m}$ ) (tab. II, obr. b, h). Jejich antiklinální stěna je rovná až zahnutá a síla jejich antiklinálních stěn je 8  $\mu\text{m}$  (tab. II, obr. h). Normální buňky abaxiální kutikuly jsou isodiametrické, tetragonální až polygonální. Antiklinální stěny jsou rovné až zahnuté (tab. II, obr. f). Osy průduchů jsou orientovány částečně nahodile (tab. II, obr. d). Průduchy jsou rozmístěny převážně rovnoměrně. Průduchy jsou haplocheilní (tab. II, obr. f)

se 7-8 sousedními buňkami o rozměrech 50 x 40  $\mu\text{m}$  a zanořené ve stomatálním dvůrku. Svěrací buňky mají rozměry 50 x 11  $\mu\text{m}$  (tab. II, obr i). Průduchy jsou z vnější strany abaxiální kutikuly obklopeny mírně zvětšeným valem (tab. II, obr c)

Diskuze:

Morfologicky nejpodobnějším druhem *Pseudoctenis babinensis* je *Jirusia jirusii* (Bayer) Domin, který se liší nedostatkem zoubkování, nepravidelně orientovanými průduchy a vyšším počtem sousedních buněk (Kvaček J. 1995). Watson & Cusack (2005) popsali další druhy rodu *Pseudoctenis*. Od druhu *P. babinensis* se *P. divana* Watson et Cusack liší menším počtem sousedních buněk. *P. growhomaridae* Watson et Cusack není dosud jasně prokázaným zástupcem řádu Cycadales, navíc byl druh během popisování bez kutikuly. Ve spodní křídě na území Patagonie byly popsány další druhy, a to *P. crassa* S. Archangelsky & Baldoni a *P. ornata* S. Archangelsky et al., které se liší menšími normálními epidermálními buňkami a velkými papilami. *P. dentata* S. Archangelsky et Baldoni má na rozdíl od *P. babinensis* zubaté okraje a amfistomatické listy (Archangelsky & Baldoni 1972, S. Archangelsky et al. 1994) Kutikulární znaky *P. babinensis* jsou velmi podobné kutikulárním znakům druhu *P. spectabilis* Harris, avšak liší se menším počtem sousedních buněk (6) a přítomností trichomových bází. *P. depressa* je od *P. babinensis* odlišen přítomností striace na abaxiální kutikule a velmi dobře exponovaných svěracích buněk (Harris 1932). Carpentier (1939) popsal na druhu *Pseudoctenis sp.* omezení průduchů striktně mezi kostální zóny a značně kutinizované sousední buňky. Kvaček J. (2008) popsal druh *Pseudoctenis babinensis* na základě kutikul. Jeho kutikula byla popsána jako celkem silná s průduchy obklopenými silně kutinizovaným valem a zapuštěnými ve stomatálních dvůrcích. Tyto znaky jsou charakteristické pro rostliny rostoucí v dobře odvodněném prostředí, tedy vystavené stresu z nedostatku sladké vody.

**Oddělení: Cycadophyta**

**Třída: Bennettitopsida**

**Řád: Bennettitales**

**rod: *Zamites* Brongniart**

Typ: *Zamia gigas* Lindley et Hutton 1835, pl. 45, fig. 165 = *Zamites gigas* (Lindley et Hutton) Morris 1841, p. 116.

Diskuze:

Studovaný materiál se morfologicky neliší od rodu *Pseudoctenis*, který se vyskytuje ve stejné jednotce. Liší se však výrazně kutikulou. Rod *Zamites* má syndetocheilní průduchy vybavené papilami na rozdíl od rodu *Pseudoctenis*, který má haplocheilní průducha bez papil.

Studovaný materiál je fragmentární, proto není jednoduše jej jednoznačně přiřadit k rodu. Nicméně symetricky se rozšiřující báze a uspořádání žilek nejvíce připomíná rod *Zamites*, ke kterému je materiál přiřazen.

**druh: *Zamites mirovanae* sp. nov.**

Tab. III, obr. a-j

Holotyp: NM F 4698 (coll. Národní muzeum)

Derivatio nominis: Druhové jméno je odvozeno od jména sběratele Jaromíra Váni.

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Studovaný materiál: viz holotyp

Diagnosis:

Isolated entire-margined pinna fragment, symmetrical in its basal part, venation parallel to pinna margin. Pinna hypostomatic, adaxial cuticle bearing elongate, rectangular ordinary cells, straight to slightly wavy anticlinal walls. Abaxial cuticle consisting of costal and intercostal zones. Costal zones consisting of elongate, rectangular ordinary cells, intercostal zones consisting of stomata arranged in rows. Stomata syndetocheilic surrounded

by 3-6 papillae. Stomatal axis orientated parallel to the pinna margin. Ordinary cells of intercostal zones isodiametric to shortly elongate.

#### Diagnóza:

Izolovaný celokrajný úkrojek složeného listu, symetrický v bazální části, žilnatina paralelní k okraji listu. List hypostomatický, adaxiální kutikula nesoucí protáhlé, obdélníkovité normální buňky s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami. Abaxiální kutikula sestává z kostálních a interkostálních zón. Kostální zóny představují protáhlé, obdélníkovité normální buňky, interkostální zóny zahrnují průduchy soustředěné do pásů. Průduchy syndetocheilní obklopené 3-6 papilami. Osa průduchů orientovaná paralelně k okraji listu. Normální buňky interkostálních zón isodiametrické až trochu protáhlé.

#### Popis:

Holotyp je fragment bazální části celokrajného úkrojeku složeného listu se zachovanou kutikulou (tab. III, obr. a). Jeho rozměry jsou 61 x 6 mm. Fragment má paralelní žilnatinu o hustotě 2-3 žilek na mm. Úkrojek je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese protáhlé obdélníkovité normální buňky o velikosti 70 x 20  $\mu\text{m}$ . Jejich antiklinální stěna je rovná, zřídka lehce zvlněná a síla antiklinální stěny je 5  $\mu\text{m}$  (tab. III, obr. h, i). Abaxiální kutikula se skládá z kostálních a interkostálních pásů (tab. III, obr. b, c, d). Šířka kostálního pásu je 200  $\mu\text{m}$ , interkostálního pásu 220  $\mu\text{m}$ . Kostální pás je tvořen obdobně protáhlými normálními buňkami jako na adaxiální kutikule. Interkostální pás se skládá z isodiametrických až lehce protažených normálních buněk a průduchů tvořících řady. Osy průduchů jsou orientovány paralelně k okraji úkrojeku (tab. III, obr. f, g, j). Antiklinální stěny jsou zvlněné, někdy rovné. Nikdy nejsou zvlněné sinusoidně, jako je to obvyklé u představitelů tohoto rodu. Průduchy jsou syndetocheilní (tab. III, obr. f, j) se dvěma poloměsíčitými vedlejšími buňkami (60 x 15  $\mu\text{m}$ ), ponořené ve stomatálním dvůrku (25 x 15  $\mu\text{m}$ ). Z vnější strany jsou stomatální dvůrky obklopené věncem 3-6 papil (tab. III, obr. c, e). Periklinální stěna normálních buněk je hladká. Vnější strana kostálních pásů je paralelně vráskovaná (tab. III, obr. b, c).

#### Diskuze:

*Zamites mirovanae* sp. nov. se liší od *Zamites bayeri* J.Kvaček, který pochází také z perucko-korycanského souvrství z lokality Praha – Malá Chuchle (Knobloch & J.Kvaček 1997) ve tvaru antiklinálních stěn. *Z. bayeri* má antiklinální stěny výrazně sinusoidně zvlněné



na rozdíl od *Z. mirovanae*, který má antiklinální stěny převážně rovné. Od dalších bennetitů českého cenomanu (*Nilssoniopteris pecinovensis* J.Kvaček 1995 a *Anomozamites* sp. Knobloch & J.Kvaček 1997) se *Z. mirovanae* liší tvarem listového úkrojku. Kombinace syndetocheilních průduchů a rovných antiklinálních stěn byla zaznamenána v cenomanu Anjou ve Francii (Berthelin & Pons 1999).

Od druhů rodu *Zamites* z anglického Wealdenu (*Z. carruthersii* Seward, *Z. manoniae* Watson & Sincock, *Z. dowellii* Watson & Sincock, *Z. wendyellisae* Watson & Sincock, *Z. corderi* Watson & Sincock, *Z. nicolae* Watson & Sincock, *Z. tatiana*, *Z. notokenensis* Watson & Sincock) se *Z. mirovanae* liší především přítomností rovných antiklinálních stěn. Všechny druhy rodu *Zamites* z anglického Wealdenu mají antiklinální stěny silně sinusoidně zvlněné (Watson & Sincock 1992).

**Oddělení: Ginkgophyta**

**Třída: Ginkgopsida**

**Řád: Ginkgoales**

rod: *Eretmophyllum* Thomas

Typ: *Eretmophyllum pubescens* THOMAS 1913: 256, pl. 6

druh: *Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček

Tab. IV, obr. a-g, Tab. V, obr. a-f

Syn.

1885a *Podozamites obtusus* Velenovský: 9, pl. I, figs 8, 9.

1901 *Podozamites obtusus* Velenovský; Frič et Bayer: 90.

1903 *Podozamites obtusus* Velenovský; Frič et Bayer: 88.

1921 *Podozamites obtusus* Velenovský; Bayer: 44, 54, text-figs 3, 4.

1926 *Podozamites obtusus* Velenovský; Velenovský et Viníklář: 7,34, pl. 4, figs I, i, pl. 6, figs 11-13.

1926 *Pseudozamites* Velenovský et Viníklář. nom. nud.: 8, 35.

1927 *Podozamites obtusus* Velenovský; Velenovský et Viníklář: 6, 33.

1929 *Feildenia obtusa* (Velenovský) Velenovský et Viníklář: 7, 24.

1968 *Phyllotenia obtusa* (Velenovský) Knobloch in KNOBLOCH *et al.*, comb. inval.: 214.

1977 *Nehvizdya obtusa* (Velenovský) Hlušík: 174, pls 1-4..

1980 *Nehvizdya obtusa* (Velenovský) Hluštík; Hluštík: 26, pl. 3, fig. 1

1986 *Nehvizdya obtusa* (Velenovský) Hluštík; Hluštík: 100, pis 1-4.

1986 *Nehvizdya obtusa* (Velenovský) Hluštík ssp. *obtusa*; Hluštík: 110.

1999 *Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček: Pl. 8, figs 1-6, Pl. 9, figs 1-6, Pl. 10, figs 1-5.

2005 *Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček: p. 1964, figs. 18-24

Holotyp: F 03, Velenovský 1885a, pl. 1, fig. 8

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Nehvizdy

Studovaný materiál: F 4724, F 4711, F 4713

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 3 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnóza: viz Kvaček 1999

Popis:

Holotyp je jednoduchý, celokrajný, kopinatě obvejčitý list (tab. IV, obr. a). Jeho rozměry jsou 100 x 23 mm. Má paralelní žilnatinu, která se v bazální části listu dichotomicky dělí. Hustota žilek je 9 žilek na 10 mm.

Fragment listu z lokality Pecínov je jednoduchý, celokrajný, kopinatě obvejčitý (tab. IV, obr. d, f). Jeho rozměry 58 x 25 mm. Fragment představuje bazální část listu, která má paralelní žilnatinu o hustotě 7 žilek na 10 mm a při báze se několikrát dichotomicky dělí (tab. IV, obr. f). List je hypostomatický. Silně kutinizovaná adaxiální kutikula nese isodiametrické tetragonální až polygonální normální buňky o velikosti 40-100 x 20-30  $\mu\text{m}$ . Jejich antiklinální stěna je rovná až mírně zvlněná. Antiklinální stěny jsou široké 2-5  $\mu\text{m}$  (tab. IV, obr. e, g). Abaxiální kutikula je silně kutinizována. Průduchy jsou rovnoměrně rozmístěné po abaxiální kutikule. Průduchy jsou haplocheilní, obklopené věncem čtyř až pěti sousedních buněk (tab. IV, obr. b, c, tab. V, obr. c, d, e, f). Osy průduchů jsou orientovány nahodile. Z vnější strany jsou průduchy obklopeny valem (tab. V, obr. b). Periklinální stěna normálních buněk je mírně vráskovaná (tab. V, obr. a)

Diskuze:

*Eretmophyllum obtusum* považoval Hluštík (1986) za velmi podobné triasovému druhu *Glossophyllum florinii* Krausel, což by přiřadilo *E. obtusum* k čeledi Glossophyllaceae. *G. florinii* ale postrádá mezofylová pryskyřičná tělíska, čímž byla hypotéza popřena.

Největší podobnost listů lze nalézt u druhu *E. andegavense* Pons, Boureau & Broutin. Hluštík se rozhodl z tohoto druhu vytvořit nový poddruh *Nehvizdya obtusa*, čímž vznikly dva poddruhy *N. obtusa* (Velenovský) Hluštík *ssp. obtusa* a *Nehvizdya obtusa* (Velenovský) Hluštík *ssp. andegavensis* (Pons, Boureau & Broutin) Hluštík (Hluštík 1986) Kvaček J. (1999, Kvaček *et al.* 2005) provedl revizi listů a vytvořil nový druh *Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) Kvaček J. Rozdíly mezi rody *Eretmophyllum* a *Nehvizdya* se pokusil definovat Gomez *et al.* (2000) na základě přítomnosti či nepřítomnosti papil, avšak jednalo se o variabilní znak, který nelze považovat za směrodatný.

Studovaný materiál se od holotypu liší v hustotě žilek na 10 mm, jinak je morfologicky shodný s holotypem.

**Oddělení: Pinophyta**

**Třída: Pinopsida**

**Čeleď: Cheirolepidiaceae**

rod: *Frenelopsis* Schenk

Typ: *Frenelopsis hoheneggeri* (Ettingsh.) Schenk 1869, p. 13, pl. 4, fi gs 5–7, pl. 5, fi gs 1–2, pl. 6, fi gs 1–6, pl. 7, fi g. 1.

druh: *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch

Tab. VI, obr. a-i

Syn.

1885a *Sclerophyllum alatum* K. Feistmantel: 79, pl. 7, fig. 1a-k.

1888b *Frenelopsis bohémica* Velenovský: 590, pl. 1, figs 1-3.

1914b *Sclerophyllum alatum* K. Feistmantel; Bayer: 324.

1921 *Frenelopsis bohémica* Velenovský; Bayer: 46, 54, text-figs 5-6.

1921 *Sclerophyllum alatum* K. Feistmantel; Bayer: 49, 54.

- 1926 *Frenelopsis bohémica* Velenovský; Němejce: 133, pls 1-3.
- 1926 *Frenelopsis bohémica* Velenovský; Velenovský & Viniklár: 17, 45, pl. 3, fig. 11, pl. 7, fig. 3.
- 1968 *Frenelopsis bohémica* Velenovský; Němejce: 402, pl. 48, figs 1-10.
- 1971 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch: 44.
- 1972 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Hluštík: 210.
- 1974 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Hluštík: 265, pl. 1, figs 3-4, pl. 3, figs 1-2.
- 1976 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Hluštík: 38, pls 1-8.
- 1977 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Alvin: 388, pls 41, 42.
- 1988 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Watson: 401, figs 9.2, 9.6B, 9.7B, 9.9D, 9.10D, 9.11B.
- 1997 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Uličný *et al.*: p. 177, pl. 4, figs. 2, 3a.
- 1999 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; Nguyen Tu *et al.*: p. 82, fig. 4B-E.
- 2000 *Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch; J. Kvaček: p. 54, pl. 1, figs. 1, 2.

Lektotyp: F 17, K. Feistmantel 1881, pl. 7, fig. 1a, vybral Hluštík 1972, (coll. Národní muzeum)

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Podlešín u Slaného.

Studovaný materiál: F 4721, F 4722, F 4723

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 3 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnóza: viz Hluštík 1974

Popis:

Lektotyp je větev druhého řádu. Jeho rozměry jsou 80 x 5 mm. Na fragmentu jsou patrná místa větvení (tab. VI, obr. a).

Studované osy z lokality Pecínov jsou rozděleny do nodů a internodií. Olistění je značně redukováno, sled nodů a internodií. Každý internod sestává ze srostlých trojčetných přeslenů šupinovitých lístků (tab. VI, obr. b). Normální buňky abaxiální kutikuly jsou isodiametrické, tetragonální až polygonální a silně kutinizované. Jejich velikost je 20-25 x 15-20 μm (tab. VI, obr. e, f). Antiklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly jsou

rovné až zahnuté a jsou široké 5-10  $\mu\text{m}$ . Průduchy jsou ponořené a jsou uspořádány v pásech, občas nepravidelných (tab. VI, obr. c, d). Osy průduchů mají nahodilou orientaci. Průduch je obklopen čtyřmi až pěti sousedními buňkami o velikosti 20 x 10  $\mu\text{m}$  (tab. VI, obr. f, g). Z vnější strany jsou průduchy chráněny vnitřním a vnějším věncem čtyř až pěti papil (tab. VI, obr. i). Periklinální stěna normálních buněk je zvlněná (tab. VI, obr. h).

Diskuze:

*Frenelopsis bohemica* Velenovský a *Sclerophyllum alatum* Feistmantel jsou dva totožné druhy, popsané nezávisle na sobě. *Sclerophyllum alatum* bylo původně považováno za zástupce karbonské flóry (Feistmantel K. 1881, 1885) Pozorováním morfologie listů a průduchů bylo zjištěno, že se jedná o totožné druhy (Němejc 1926). Novou kombinaci *Frenelopsis alata* publikoval později na základě priority jména Knobloch (1971).

*F. alata* se liší od *F. oligostomata* Romariz hladkou kutikulou a *F. hohhenegeri* (Ettingshausen) Schenk se odlišuje přítomností velké papily tvaru váčku okolo stomatálního dvůrku (Watson 1977).

Morfologie i anatomie ukazují na příslušnost ke slanomilnému či suchomilnému způsobu života, jak uvažoval Hlušík (1978). Později se ukázalo, že jehličnany druhu *Frenelopsis alata* se vyskytovaly zejména v blízkosti pobřeží či v přímořských oblastech, což dokládá jejich výskyt v mořských a maršových usazeninách cenomanu Českého masivu (Uličný *et al.* 1997). *F. alata* je druhem, který se nachází v bažinatých prostředích ovlivněných mořem. Je nacházen často s druhy *Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček, *Dammarites albens* Presl in Sternberg, *Ceratostrobilus sequoiaphyllum* Velenovský a *Dicotylophyllum diospyrophyllum* nom. nov. (Kvaček J. 1998, Kvaček *et al.* 2006).

**Oddělení: Magnoliophyta**

**Řád: Chloranthales**

rod: *Pseudoasterophyllites*

druh: *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887

Tab. VII, obr. a-i

Syn.

1874 *Asterophyllites cretaceus*; O. Feistmantel 1874: 267 nomen nudum.

1887 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský, 1887; Velenovský 1887: 643, figs. 19–25.

1889 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský, 1887; Velenovský 1889: 44, 48, 52.

1901 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Frič and Bayer 1901: 87, fig. 37.

1926 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Velenovský and Viniklář 1926: 24, 53, pl. 2: 11, pl. 3: 6, 7, 9, 10.

1902 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Zeiller 1902: 11.

1954 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Teixeira 1954: 144, figs. 1, 2.

1963 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Němejc 1963: 318, text–fig. 167.

1997 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Uličný *et al.* 1997: 193.

2003 *Pseudoasterophyllites cretaceus* O. Feistmantel ex Velenovský 1887; Kvaček and Eklund 2003: 1033, fig. 12.

Lektotyp: F 654 (Velenovský 1887, text-fig. 22, vybrali Kvaček *et al.* 2012); Epityp F 3605cd (Kvaček *et al.* 2016, p. 1348, figs. c-f)

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Lipenec

Studovaný materiál: viz epityp

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 3 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnóza: viz Kvaček *et al.* (2016)

Popis:

Olistěné osy epitypu jsou děleny na nody a internodia, větví se 3-4krát (tab. VII, obr. a). Listy na ose jsou vstřícné, v paždí listů v každém nodu vyrůstají zkrácené olistěné osy vytvářející dojem přeslenu (odtud jméno rodu – *Pseudoasterophyllites*). Tvar listu je přímý, čárkovitý, celokrajný, přisedlý, má kožovitý povrch. Báze je objímavá, špička zaoblená, žilnatina špatně patrná (tab. VII, obr. a). List je hypostomatický. Normální buňky adaxiální kutikuly mají tvar isodiametrický, polygonální o rozměrech 12-15 x 12-15 μm. Antiklinální stěny jsou rovné až mírně zvlněné a silné 4-5 μm (tab. VII, obr. d, h). Periklinální stěny normálních buněk adaxiální kutikuly jsou mírně zvlněné (tab. VII, obr. b). Normální buňky abaxiální kutikuly jsou isodiametrické, polygonální s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami (tab. VII, obr. f, g). Průduchy jsou příčně či mírně šikmo orientované k listovému okraji. Průduchy jsou umístěny ve dvou pásech (tab. VII, obr. f) a jsou to průduchy paracytní, se dvěma svěracími buňkami a se dvěma úzkými vedlejšími buňkami obklopenými kutinizovaným valem nebo jsou to průduchy stefanocytní s vedlejšími buňkami špatně rozeznatelnými od normálních buněk, rozetovitě uspořádanými kolem svěracích buněk (tab. VII, obr. c, e, g). Periklinální stěny normálních buněk jsou silné, zvlněné až lehce papilózní (tab. VII, obr. i).

Diskuze.

*Pseudoasterophyllites cretaceus* byl původně považován za přesličku, později za koniferu (Zeiller 1902, 1907) i gnetopsidní rostlinu (Kvaček & Eklund 2003). V současnosti je taxonomicky interpretován jako společný předchůdce rodu *Ceratophyllum* a čeledi Chloranthaceae (Kvaček *et al.* 2016). Fosilní zbytky této rostliny byly nalezeny v jednotce 3, která odpovídá slaným marším. Podle Kvačka *et al.* (2016) se jedná o halofytní bylinu. Nápadné morfologické znaky svědčící pro halofytní rostlinu: listy jsou drobné, původně asi dužnatého charakteru.

**Oddělení: Magnoliophyta**

**Řád: Laurales**

rod: *Eucalyptolaurus* Coiffard *et al.*

Typ: *Eucalyptolaurus depreii* Coiffard, Gomez, Thiébaud, Kvaček 2009, Pl. 1, fig. 1; Pl. 2, fig. 1

Diskuze:

Do tohoto rodu předběžně řadím celokrajné kopinaté listy se zachovanou kutikulou, dříve popisované jako rod *Myrtophyllum* (nom. Illegit – homonymum *Myrtophyllum* Turczaninow 1863) nebo *Eucalyptus* L'Hér. Otiskový materiál bez kutikuly je řazen k rodu *Myrtoidea* Greguš & Kvaček 2015.

druh: *Eucalyptolaurus* sp.

Tab. VIII, obr. a-g, tab IX, obr. a-f

Stratigrafie a věk: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Studovaný materiál: F 4598, F 4690, F 4696, F 4702, F 4707

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Popis:

Listový fragment je celokrajný, jednoduchý, podlouhle kopinatý (tab. VIII, obr. a, e). Jeho rozměry jsou 60 x 20 mm. Báze je klínovitá, mírně asymetrická. Fragment má zpeřenou žilnatinu s jednou hlavní žilkou a vedlejšími žilkami druhého a třetího řádu, žilnatina je brochidodromní (tab. VIII, obr. e). Úkrojek je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 20-30 x 10-20  $\mu\text{m}$ , s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami. Antiklinální stěny jsou silné 3  $\mu\text{m}$  (tab. VIII, obr. c, d, tab. IX, obr. f). Normální buňky abaxiální kutikuly jsou isodiametrické, polygonální. Antiklinální stěny jsou silné 3  $\mu\text{m}$  a jsou rovné až mírně zvlněné (tab. VIII, obr. b, f, tab. IX, obr. b, d, e). Osy průduchů jsou převážně orientovány kolmo na žilku, místy se vyskytnou průduchy orientované v jiném směru (tab. VIII, obr. b, f). Průduchy jsou paracytní až brachyparacytní s vedlejšími buňkami rozměrů 20 x 10  $\mu\text{m}$  (tab. IX, obr. c, d). Z vnější strany jsou stomatální dvůrky chráněny malými až středně velkými valy. Periklinální stěna normálních buněk je zvlněná (tab. VIII, obr. g, tab. IX, obr. a).



Diskuze:

Studovaný materiál je podobný druhu „*Eucalyptus*“ *angusta* Velenovský, který popisuje Kvaček (1992) z lokality Pecínov. S typovým materiálem (Velenovský 1885, tab. 3, fig. 8), kterému se blíží tvarem listu, se dá problematicky srovnat, protože nemá zachovanou žilnatinu.

*Eucalyptolaurus* sp. má s druhem *Eucalyptolaurus depreii* Coiffard *et al.* společný protáhlé kopinatý tvar listu, bázi klínovitou a asymetrickou. *Eucalyptolaurus depreii* se vyznačuje hlavně trichomovými bázemi na abaxiální kutikule a papilami na kutikule adaxiální. V případě *Eucalyptolaurus* sp. trichomové báze pozorovány nebyly, avšak periklinální strana normálních buněk adaxiální kutikuly vykazuje jemné zvlnění evokující papily (Coiffard *et al.* 2009).

*Eucalyptolaurus* sp. má, stejně jako „*Grevillea*“ *constans*, celokrajný, protáhlé kopinatý list s klínovitou bází. Oba druhy mají zpeřenou žilnatinu, u druhu „*Grevillea*“ *constans* často nejsou sekundární žilky příliš patrné. Oba druhy mají také paracytní průduchy, ovšem druh „*Grevillea*“ *constans* se liší přítomností jednoduchých trichomových bází, které *Eucalyptolaurus* sp. nemá (Kvaček Z. 1983).

#### rod: *Cocculophyllum* (Velenovský) Velenovský

Typ: *Cocculophyllum cinnamomeum* (Vel.) Vel. (Velenovský, 1889 p. 54 = *Cocculus cinnamomeus* Velen. – Velenovský, 1885b p. 65, Pl. 8, figs. 16-21)

Diskuze:

Rod *Cocculophyllum* Velen. (Velen.) svůj název nijak neměnil, vyjma dříve používaného *Cocculus*, který byl později Velenovským přejmenován na *Cocculophyllum*.

#### druh: *Cocculophyllum cinnamomeum* (Vel.) Vel.

Tab. X, obr. a-g

Syn.

1885b *Cocculus cinnamomeus* Velenovský, tab. 8, fig. 16.

1889 *Cocculophyllum cinnamomeum* (Vel.) Velenovský, p. 54.

1983 *Cocculophyllum cinnamomeum* (Vel.) Velenovský, Kvaček tab. 3, fig. 8.

Lektotyp: F 781, coll. NM. Definován zde.

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Lipenec.

Studovaný materiál: F 2518

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnosis:

Lanceolate, entire-margined leaf with emarginate apex and acute base. Pinnate venation. Two strong secondary veins run to leaf apex. Tertiary venation is made of transversally oriented veins. Leaf hypostomatic. Adaxial cuticle bearing isodiametric, polygonal ordinary cells. Anticlinal walls slightly curved. Periclinal walls of ordinary cells with delicate striation. Abaxial cuticle bearing polygonal ordinary cells and paracytic to amphiparacytic stomata. Stomatal axes randomly oriented. Anticlinal walls of ordinary cells slightly curved. Periclinal walls of ordinary cells strongly sculptured with papillae.

Diagnóza:

Kopinatý, celokrajný list s emarginátní špičkou a klínovitou bází. Žilnatina zpeřená, z báze vychází dvě výrazné sekundární žilky směřující k vrcholu listu. Žilnatina třetího řádu je tvořená příčně orientovanými žilkami. Hypostomatický list. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky s mírně zahnutými antiklinálními stěnami. Periklinální stěny normálních buněk mírně zvlněné. Paracytní až amfiparacytní průduchy. Osy průduchů s nahodilou orientací. Antiklinální stěny normálních buněk mírně zahnuté. Periklinální stěny normálních buněk velmi silně skulpturované až papilózní.

Popis:

Lektotyp (tab. X, obr. a) představuje celokrajný, kopinatý list s emarginátní špičkou a klínovitou bází. Žilnatina zpeřená, z báze vychází dvě výrazné sekundární žilky směřující k vrcholu listu. Žilnatina třetího řádu je tvořená příčně orientovanými žilkami.

Fragment listu z lokality Pecínov je špatně zachovaný, bez okraje se zachovanou žilnatinou s charakteristickou hlavní centrální žilkou a fragmentárně zachovanou výraznou sekundární žilkou (tab. X, obr. d). Jeho rozměry jsou 15 x 6 mm. Fragment má zpeřenou žilnatinu s patrnou hlavní žilkou a žilnatinou druhého řádu. Úkrojek je hypostomatický.

Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky s mírně zahnutými antiklinálními stěnami s rozměry 30-50 x 15-25 µm a šířkou antiklinální stěny 3 µm (tab. X, obr. c, f). Periklinální stěna normálních buněk je mírně zvlněná (tab. X, obr. f). Průduchy jsou paracytní až amfiparacytní. Osy průduchů jsou orientovány nahodile. Antiklinální stěny normálních buněk jsou mírně zahnuté (tab. X, obr. b). Periklinální stěna normálních buněk má velmi zvlněný reliéf a papilami (tab. X, obr. e, g).

Diskuze:

*Cocculophyllum cinnamomeum*, s prvními nálezy na lokalitách Hloubětín, Lipenec a Strádonice, bylo nejprve s nepříliš velkou jistotou Velenovským zařazeno do čeledi Menispermaceae (Velenovský 1889). V roce 1975 byl rod *Cocculophyllum* revidován na základě studia kutikul druhu *C. extinctum* z turonu až coniacu jihočeské křídly (Němčec & Kvaček 1975), který byl morfologicky velmi podobný *C. cinnamomeum*, autoři nepochybovali o příslušnosti *C. extinctum* a *C. cinnamomeus* k jednomu rodu. Rozdíly byly pozorovány na kutikulách. Narozdíl od *C. extinctum* nenese abaxiální epidermis *C. cinnamomeus* trichomové báze s výjimkou hlavních žilek, dále ani papily na periklinální stěně abaxiální epidermis. Adaxiální epidermis *C. cinnamomeus* je silně kutinizována a na okrajích listu nese sklerenchymatické buňky (Němčec & Kvaček Z. 1975). Později byla stanovena na tomto druhu tzv. *Cocculophyllum* Group (Kvaček Z. 1983). Tato skupina byla na základě akrodromní žilnatiny označována jako předek či člen čeledi Lauraceae nebo Menispermaceae. Epidermální struktury ukazují spíše na čeleď Lauraceae. Samotný druh vykazuje stejnou žilnatinu jako druh *Aralia daphnophyllum*, jehož listy jsou však větší a širší než malé a úzké listy druhu *C. cinnamomeum*. Podobná listová formy jsou řazeny k rodu *Cinnamomoides* (Kvaček Z. 1983).

**Angiospermae incertae sedis**

rod: *Dicotylophyllum* Saporta

Typ: *Dicotylophyllum cerciforme* Saporta 1894, p. 147, pl. 26, fig. 14.

Diskuze:

Do tohoto rodu zařazují listy dvouděložných rostlin, které mají v rámci skupiny nejasné systematické postavení. Nelze je na základě asociovaných reprodukčních orgánů přiřadit do žádné čeledi krytosemenných rostlin. Halamski (2013) přináší argumenty, že je užití rodu komplikováno několika nomenklatorickými problémy.

druh: *Dicotylophyllum diospyrophyllum* nom. nov.

Tab XI, obr. a-g

Basionym: *Diospyros cretacea* Velenovský & Viniklár Flora Cretacea Bohemiae vol. II,

1927: 21, 51, tab. X, fig. 12, 13, tab. XI, fig. 10, 11, tab. XV, fig. 5

Syn.

1927 *Diospyros cretacea* Velenovský et Viniklár: tab. 10, fig. 12, 13.

1983 „*Diospyros*“ *cretacea* Velenovský et Viniklár, Kvaček: pl. 3:3; pl. 4:12; fig. 1 P, R.

Lektotyp: bez číselného označení (Velenovský a Viniklár 1927, tab. 10, fig. 13), definován zde

Derivati nominis: Druhé jméno je odvozeno podle rodu rodového názvu basionymu.

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: Lobeč (u Kralup nad Vltavou)

Studovaný materiál: F 4688, 4687

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 3 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnosis:

Lanceolate, entire-margined leaf with acute apex and acute base. Pinnate leaf with midrib and secondary veins. Leaf hypostomatic. Adaxial cuticle bearing isodiametric, polygonal ordinary cells with straight to slightly curved anticlinal walls. Periclinal walls of ordinary cells on adaxial cuticle with striation. Anticlinal walls of ordinary cells on abaxial cuticle straight to slightly curved. Cyclocytic stomata surrounded by 4-5 subsidiary cells. Stomata on external abaxial cuticle protected by raised rim. Periclinal walls of ordinary cells on abaxial cuticle with striation. Leaf thickly cutinised.

Diagnóza:

Kopinatý, celokrajný list s klínovitou špičkou a klínovitou bází. Zpeřená žilnatina s jednou hlavní žilkou a sekundárními žilkami. List hypostomatický s adaxiální kutikulou nesoucí isodiametrické, polygonální buňky s rovnými až mírně zahnutými antiklinálními stěnami. Periklinální stěny normálních buněk adaxiální kutikuly vráskované. Antiklinální stěna normálních buněk abaxiální kutikuly rovná až mírně zahnutá. Cyklocytní průduchy

obklopené 4-5 vedlejšími buňkami. Průduchy z vnější strany chráněny výraznými valy. Periklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly mírně vráskované. Velmi silná kutikula.

Popis:

Lektotyp představuje celokrajný, kopinatý list s klínovitou špičkou a klínovitou bází. Žilnatina je zpeřená s jednou hlavní žilkou a sekundárními žilkami odbíhajícími v úhlu 60 stupňů.

Studovaný materiál pochází z lokality Pecínov. Fosilní list vyobrazený na tab. XI, obr. a) (F 4688) má rozměry 100 x 25 mm. Báze je klínovitá pozvolna přecházející v krátký řapík. Fragment má zpeřenou žilnatinu se středně silnou hlavní žilkou a s velmi slabě patrnými vedlejšími žilkami. Fragment je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 20-30 x 15-25  $\mu\text{m}$ . Jejich antiklinální stěna je rovná až mírně zahnutá. Síla antiklinální stěny je 2-5  $\mu\text{m}$  (tab. XI, obr. b, c). Periklinální stěna normálních buněk je z vnější strany vráskovaná (tab. XI, obr. c). Antiklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly jsou rovné až mírně zahnuté a široké 2-5  $\mu\text{m}$ . Průduchy jsou cyklocytní (tab. XI, obr. f). Osy průduchů jsou částečně orientovány v jednom směru (tab. XI, obr. d). Z vnější strany jsou chráněna výraznými valy. Periklinální stěna normálních buněk abaxiální kutikuly je z vnější strany mírně vráskovaná (tab. XI, obr. e, g). Kutikula je velmi silná.

Poznámka k nomenklatuře:

Vzhledem k tomu, že nová kombinace *D. cretaceum* není možná, z důvodu homonymie (*Dicotylophyllum cretaceum* (Velenovský & Viniklár) Knobloch = *Dryandra cretacea* Velenovský), bylo potřeba vytvořit nomen novum.

Diskuze:

Pro zdánlivou morfologickou podobnost použil Velenovský název recentního rodu *Diospyros* pro kožovité celokrajné listy bez výrazné žilnatiny, které se vyskytují hojně v perucko-korycanském souvrství. Kutikulární analýza ukázala, že podobnost fosilních a recentních listů je jen zdánlivá (Kvaček Z. 1983). Nedostatek informací z chybějících reprodukčních orgánů zabraňuje přiřazení tohoto listu do přirozeného systému rostlin. Z tohoto důvodu je taxon uveden v rodu *Dicotylophyllum*.

*Dicotylophyllum diospyrophyllum* je na rozdíl od *Dicotylophyllum labutae* celokrajné a má cyklocytní průduchy. *D. labutae* má zubatý okraj a průduchy paracytní a laterocytní. *D. diospyrophyllum* taktéž nemá vnější povrch abaxiální kutikuly hustě pokryt papilami jako *D. labutae*. Naproti tomu *D. diospyrophyllum* má vnější povrch abaxiální kutikuly vráskovaný a průduchy chráněné valem, což se nevykytuje u *D. labutae*.

*Dicotylophyllum diospyrophyllum* je celokrajné, na rozdíl od *Dicotylophyllum pecinovense*, které má zubatý okraj. Oba druhy mají vnější povrch abaxiální kutikuly vráskovaný, ale *D. diospyrophyllum* má vrásky delší a *D. pecinovense* spíše kratší a často radiálně uspořádané kolem průduchů. *D. diospyrophyllum* má cyklocytní průduchy a *D. pecinovense* anomocytní, paracytní, brachyparacytní a cyklocytní.

druh: *Dicotylophyllum labutae* sp. nov.

Tab. XII, obr. a-h

Holotyp: F 4740 (coll. Národní muzeum)

Derivatio nominis: Druhové jméno je odvozeno od jména sběratele Radka Labuti.

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Studovaný materiál: F 2317, F 4741

Výskyt: lom Pecínov, jednotka 1 (Uličný *et al.* 1997)

Diagnosis:

Isolated lanceolate leaf, teeth with chloranthoid type of papillae. Acute base, apex bluntly acute with terminal papilla. Leaf hypostomatic. Adaxial cuticle bearing isodiametric, polygonal ordinary cells. Anticlinal walls straight to slightly curved. Abaxial cuticle bearing polygonal ordinary cells with well-pronounced papillae. Stomata paracytic and laterocytic; on external site of cuticle stomata protected by well-pronounced papillae. Stomatal axes randomly oriented.

Diagnóza:

Izolovaný kopinatý list se zubatým okrajem a papilami chloranthoidního typu. Klínovitá báze, špička zaobleně klínovitá s vrcholovou papilou. Hypostomatický list.

Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky. Antiklinální stěny rovné až mírně zahnuté. Abaxiální kutikula nese polygonální normální buňky s velmi zřetelnými papilami. Průduchy paracytní a laterocytní, na vnější abaxiální straně jsou průduchy chráněny velmi výraznými papilami. Osy průduchů nahodile orientované.

Popis:

Holotyp je list se zubatým okrajem s papilami chloranthoidního typu (tab. XII, obr. a). Jeho rozměry jsou 95 x 15 mm. Druhý studovaný fragment má také okraj se zuby s papilami chloranthoidního typu (tab. XII, obr. b) List je hypostomatický. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o velikosti 20-30 x 15-20  $\mu\text{m}$ . Jejich antiklinální stěna je rovná až zahnutá, síla antiklinální stěny je 5  $\mu\text{m}$  (tab. XII, fig. G, h). Abaxiální kutikula nese normální buňky polygonálního tvaru. Antiklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly jsou rovné až zahnuté, periklinální stěna každé normální buňky nese obvykle výraznou papilu (tab. XII, obr. c, d, e). Rozmístění papil je převážně rovnoměrné (tab. XII, obr. c). Průduchy jsou paracytní a laterocytní (tab. XII, obr. d, f). Osy průduchů jsou orientovány nahodile. Z vnější strany jsou průduchy opatřeny věncem velmi výrazných papil (tab. XII, obr. d). Papily mají rozměry 15 x 15  $\mu\text{m}$  a mohou být duté nebo plné.

Diskuze:

*Dicotylophyllum. labutae* se liší od *Dicotylophyllum pecinovense* tím, že má bázi úzce klínovitou a zřetelně užší přecházející pozvlna v řapík. Zuby listu *D. labutae* jsou ve větších rozestupech a jsou ostřejší. Zásadní rozdíl mezi výše zmíněnými druhy je v přítomnosti velkého množství papil na vnější straně abaxiální kutikuly druhu *D. labutae*, které se u *D. pecinovense* nevyskytují.

*Dicotylophyllum. labutae* má list zubatý oproti *Dicotylophyllum. diospyrophyllum*, které je celokrajné. *D. labutae* má na rozdíl od *D. diospyrophyllum* vnější povrch abaxiální kutikuly hustě pokryt papilami. *D. diospyrophyllum* má vnější povrch abaxiální kutikuly vráskovaný, a navíc průduchy chráněné valem. *D. labutae* má paracytní a laterocytní průduchy a *D. diospyrophyllum* má cyklocytní průduchy.

*Proteophyllum productum* Velenovský, nalezené v Otrubech u Slaného (Velenovský 1889) se od *Dicotylophyllum labutae* liší výrazně ostřejšími zuby, protáhlejší špičkou a je celkově užší. *P. paucidentatum* Velenovský má rovněž ostřejší zuby než *D. labutae*, ale je jich méně a jsou přítomny pouze v horní třetině listu (Velenovský 1889).

*P. saportanum* Velenovský má bázi i špičku srovnatelné s *D. labutae*. Tvar listu *D. labutae* je užší než *P. saportanum*. Vyznačuje se větším počtem menších zubů chloranthoidního typu. Tvar zubů je podobný *D. labutae*. Zuby se vyskytují po celé délce okraje listu, případně v první pětině listu chybí (Velenovský 1889).

*D. labutae* je srovnatelný s druhem *Proteophyllum subtile* Bayer, který je lehce zašpicatělý a má zubatý okraj (Bayer 1814). Zuby jsou menší a stejného, případně velmi podobného tvaru jako *D. labutae*. *P. subtile* vyobrazený v monografii (Velenovský & Viníklář 1927, tab. 14, fig. 7, tab. 16, fig. 6) je *D. labutae* nejvíce podobný.

Druhy listů s podobným zoubkováním popisuje i Fontaine (1889) z albu souvrství Potomac. *Quercophyllum tenuinerve* Fontaine má ale ostřejší zuby protáhlejšího tvaru. Druh *Myrica brookensis* Fontaine má zubů větší množství a odbíhají ve větším úhlu od okraje listu. Druh *Proteophyllum dentatum* Fontaine má větší počet menších zoubků, které jsou více zaoblené než u *D. labutae* (Fontaine 1889).

Podobné zoubkování má druh *Elaeodendron speciosum* Lesquereux z cenomau souvrství Dakotské, ovšem tvar listu je mnohem širší než *D. labutae* a zoubky jsou menší a nerovnoměrně rozmístěny (Lesquereux 1891).

Ani jeden z výše zmíněných druhů listů dvouděložných rostlin nemá na rozdíl od zkoumaného materiálu zachovanou kutikulu, která je pro druh velmi typická. Vyznačuje se přítomností velkého množství nápadně velkých papil.

druh: *Dicotylophyllum pecinovense* sp. nov.

Tab XIII, obr. a-h, Tab XIV, obr. a-h

Holotyp: F 4585 (coll. Národní muzeum)

Derivatio nominis: Druhé jméno je odvozeno od jména lokality Pecínov.

Stratum typicum: perucko-korycanské souvrství, perucké vrstvy, cenoman, sv. křída

Locus typicus: lom Pecínov, jednotka 2-3 (Uličný *et al.* 1997)

Studovaný materiál: F 4586, 4591, 4776, 4777, 4778, 4779a, 4782; 4684, 4715, 4780, 4781, 4783, 4784, 4587

Výskyt: pouze Locus typicus



#### Diagnosis:

Isolated lanceolate leaf, teeth with chloranthoid type of papillae. Base acute, apex acute. Leaf with pinnate venation, midrib strong, secondaries poorly preserved. Leaf hypostomatic with resin bodies. Adaxial cuticle bearing isodiametric, polygonal ordinary cells with straight to slightly wavy anticlinal walls. Cuticle of medium thickness. External abaxial cuticle with striation, partially randomly oriented. Stomata anomocytic, paracytic, brachyparacytic and cyclocytic.

#### Diagnóza:

Izolovaný kopinatý list se zuby s papilami chloranthoidního typu. Klínovitá báze a klínovitá špička. Zpeřená žilnatina se silnou hlavní žilkou a málo patrnými vedlejšími žilkami. Hypostomatický list s pryskyřičnými kanálky. Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky, s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami. Kutikula je středně silná až silná. Vnější abaxiální kutikula je vráskovaná. Vráskování je částečně nahodile orientované. Průduchy jsou anomocytní, paracytní, brachyparacytní a cyklocytní.

#### Popis:

Holotyp je kopinatý list se zubatým okrajem (tab. XIII, obr. a). Zuby jsou zaoblené s méně výraznou papilou chloranthoidního typu. List má kožovitý povrch. Báze je klínovitá, pozvolna přecházející v krátký řapík. Špička klínovitá, někdy emarginátní. Žilnatina je zpeřená, hlavní žilka je silná a postranní žilky slabě patrné, odbíhající v úhlu 60 stupňů. List je hypostomatický a s pryskyřičnými tělisky. Normální buňky adaxiální kutikuly mají tvar isodiametrický, polygonální s rozměry 30-60 x 15-30  $\mu\text{m}$ . Antiklinální stěny buněk jsou rovné až mírně zvlněné a silné 5-8  $\mu\text{m}$  (tab. XIV, obr. e). Kutikula je středně silná až silná. Normální buňky abaxiální kutikuly jsou isodiametrické, polygonální s rozměry 30-60 x 15-30  $\mu\text{m}$ . Jejich antiklinální stěna je silná 5-8  $\mu\text{m}$  (tab. XIV, obr. g, h). Na vnější straně abaxiální kutikuly se vyskytuje vráskování, které částečně paprscitě odbíhá od průduchů a je částečně nahodile orientované (nejprve jsou rozmístěné průduchy a obyčejné buňky) (tab. XIV, obr. a, b, c, d, f). Průduchy jsou rovnoměrně rozmístěné s nahodilou orientací. Na kutikule se nachází několik typů průduchů, a sice anomocytní, paracytní až brachyparacytní a cyklocytní. Svěrací buňky průduchu mají rozměry 30 x 8  $\mu\text{m}$  (tab. XIV, obr. f).

Listy tohoto druhu vykazují značnou růstovou variabilitu. Byly pozorovány listy zahnuté (tab. XIII, obr. b, d), listy se zoubkováním po celém okraji (tab. XIII, obr. g), listy

téměř celokrajné s jemným zoubkováním (tab. XIII, obr. c, h), listy se zoubkováním začínajícím až v polovině listu směrem ke špičce (tab. XIII, obr. d) či listy se zoubkováním začínajícím až ve druhé třetině (tab. XIII, obr. e, f, h). Zuby jsou většinou zaoblené (tab. XIII, obr. g), místy tupě zašpičatělé (tab. XIII, obr. f). Špička listu je většinou klínovitá, ale byla pozorována i špička emarginátní (tab. XIII, obr. c). Báze listu je klínovitá a většinou symetrická, ojediněle se vyskytují listy s bází asymetrickou (tab. XIII, obr. e).

Diskuze:

*Dicotylophyllum pecinovense* je ve střední části širší, celkově více ovoidního tvaru než list *Dicotylophyllum labutae*. *D. pecinovense* má širší bázi a jasně vydělený řapík než *D. labutae*, který má bázi úzce klínovitou, přecházející pozvlna v řapík. Vnější abaxiální kutikula u *D. pecinovense* je charakteristická nahodile orientovaným, velmi výrazným vráskováním, která se nevyskytuje u *D. labutae*.

*Dicotylophyllum pecinovense* má zubatý okraj oproti celokrajnému *Dicotylophyllum diospyrophyllum*. Oba druhy mají vnější povrch abaxiální kutikuly vráskovaný, ale *D. diospyrophyllum* má vrásky delší a *D. pecinovense* spíše kratší a často radiálně uspořádané kolem průduchů. *D. pecinovense* má anomocytní, paracytní, brachyparacytní a cyklocytní průduchy a *D. diospyrophyllum* má cyklocytní průduchy.

Druh *Dicotylophyllum pecinovense* je srovnatelný s druhem *Proteophyllum saportanum* Velenovský z českého cenomanu (lokality Slaný a Vyšehořovice) tvarem listu, báze i špičky, ale má větší počet zubů a zuby jsou drobnější, ovšem tvarem velmi podobné. *P. saportanum* má zuby chloranthoidního typu, jsou po celé délce listového okraje, případně v první pětině listu chybí a jsou drobnější (Velenovský 1889).

*Bresciophyllum cretaceum* Velenovský z Lidic (Velenovský 1889) má podobné zoubkování jako *D. pecinovense*, ale zoubkování probíhá zhruba od poloviny listového okraje směrem ke špičce, do poloviny listu jsou celokrajné. Jsou hojně zubaté a listy jsou podobného tvaru (Velenovský 1889).

*D. pecinovense* je rovněž srovnáván s druhy z Fontainovy monografie (1889). Jde o *Quercophyllum tenuinerve* Fontaine, které má více ostré zoubky přiléhající v menším úhlu k listovému okraji. Pak druh *Myrica brookensis* Fontaine, který má zoubků větší množství a odbíhají ve větším úhlu od okraje listu. Tento druh má podobnou bázi jako *D. pecinovense*. Druh *Proteaphyllum dentatum* Fontaine má větší počet menších zoubků, které jsou podobně zaoblené jako u druhu *D. pecinovense* (Fontaine 1889).

Podobným typem zubatého okraje jako *D. pecinovense* se vyznačuje druh *Elaeodendron speciosum* Lesquereux, ovšem zuby jsou u tohoto druhu velice nepravidelně rozmístěny a často se mezi sebou drobně liší v rozměrech (Lesquereux 1891).

*D. pecinovense* připomíná izolované lístky druhů rodu *Debeya* a *Araliaephyllum* (např. *D. coriacea*, *A. formosum*), liší se především v tom, že *D. pecinovense* má listy jednoduché, nikoli dlanitě složené.

## 7. Popis kutikul recentních rostlin

**Oddělení: Magnoliophyta**

**Řád: Chloranthales**

*Ascarina rubricaulis* Solms

Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 20-45 x 20  $\mu\text{m}$ . Antiklinální stěny jsou rovné, místy mírně zahnuté a jsou široké 5  $\mu\text{m}$  (Tab. XV, obr. e, g). List je hypostomatický. Nese převážně rovnoměrně rozmístěné exponované, cyklocytní a stefanocytní průduchy. Osy průduchů jsou orientovány v jednom směru (Tab. XV, obr. b, c, d, f, h). Abaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 20-30 x 10-15  $\mu\text{m}$  (Tab. XV, obr. f, h). Periklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly jsou výrazně zvrásněné (Tab. XV, obr. b, d)

**Řád: Laurales**

*Laurus nobilis* L.

Adaxiální kutikula listu nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 40 x 25  $\mu\text{m}$  se sinusoidně zvlněnými antiklinálními stěnami o tloušťce 2  $\mu\text{m}$  (Tab. XVI, obr. g). List je hypostomatický. Nese rovnoměrně rozmístěné, exponované paracytní průduchy s nahodile orientovanými osami (Tab. XVI, obr. b, c, d, e, f). Svěrací buňky mají rozměry 30 x 10  $\mu\text{m}$  (Tab. XVI, obr. f). Antiklinální stěny normálních buněk abaxiální kutikuly jsou sinusoidně zvlněné (Tab. XVI, obr. h). Periklinální stěna normálních buněk abaxiální kutikuly je vráskovaná, svěrací buňky jemně skulptované (Tab. XVI, obr. d, f).

## **Řád: Proteales**

### *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd

Adaxiální kutikula listu nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 50 x 25  $\mu\text{m}$  se sinusoidně zvlněnými antiklinálními stěnami o šířce 4  $\mu\text{m}$  (Tab. XVII, obr. g, h). List je hypostomatický. Nese převážně rovnoměrně rozmístěné anomocytní a paracytní průduchy s nahodile orientovanými osami (Tab. XVII, obr. c, d, e, f). Normální buňky interkostální oblasti jsou isodiametrické a normální buňky kostální oblasti jsou silně protažené (tab. XVII, obr. d) Abaxiální kutikula nese i trichomové báze (Tab. XVII, obr. b).

## **Řád: Lamiales**

### *Rosmarinus officinalis* L.

Adaxiální kutikula nese isodiametrické, polygonální normální buňky o rozměrech 30-50 x 25  $\mu\text{m}$  s rovnými nebo mírně zahnutými antiklinálními stěnami o tloušťce 4  $\mu\text{m}$  (Tab. XVIII, obr. e, f). Periklinální stěny normální buněk adaxiální kutikuly jsou lehce zvlněné se žláznatými trichomy (Tab. XVIII, obr. g). List je hypostomatický. Nese nerovnoměrně rozmístěné diacytní průduchy s osami nahodile orientovanými (Tab. XVIII, obr. c, d). Obě kutikuly jsou hustě pokryty vícebuněčnými žláznatými i větvenými trichomy (Tab. XVIII, obr. b).

## **8. Makro- a mikromorfologické znaky indikující paleoprostředí**

Prostředí, ve kterém se rostliny nachází, má významný vliv na utváření jejich morfologie a anatomie. U krytosemenných rostlin morfologické znaky nejlépe využívá ke stanovení klimatických podmínek vícerozměrná statistická metoda CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program). Tato metoda, založená na současných pozorováních, se zabývá morfologickými znaky rostlin a jejich změnou na základě odlišných klimatických parametrů. Mezi sledované morfologické parametry patří listová čepel, konkrétně její laločnatost, dále listový okraj, velikost čepele, tvar báze a vrcholu (špičky), poměr délky a šířky a tvar listu (eliptický, vejčitý, obvejčitý). Tato metoda je hojně využívána při rekonstrukcích paloklimatu v mladších geologických obdobích, pro křídlo je problematičtější, neboť k jejímu správnému průběhu je potřeba co nejlepší taxonomické zařazení a zachování všech výše zmíněných znaků (Wolfe, 1993, Teodoridis *et al.* 2011). Metoda CLAMP zakládá

svou úspěšnost na faktu, že jsou to rostliny, které nejlépe indikují klima (kromě mořského prostředí), neboť jsou s ním úzce propojeny. Z toho vychází, že rostliny, které mají podobné či stejné fyziognomické znaky osidlují podobná či stejná prostředí a taxonomická stránka věci nemusí hrát roli (Herman *et al.* 2002).

## 8.1. Makromorfologie

Makromorfologie rostlin je důležitým určovaným znakem a zároveň se v ní odráží variabilita různých prostředí, kde se rostliny vyskytují. Terminologie této práce se zpravidla řídí dílem Květena ČSR 1.

### 8.1.1. Makromorfologické znaky listů indikující suché prostředí

Pokud jsou listy studovaných rostlin silné a kožovité, znamená to další přizpůsobení suššímu klimatu. Silné, kožovité listy hůře transpirují, a pokud je list pokryt navíc voskovitou vrstvou, odráží navíc světelné záření, které by jinak pohltit (Jones 1998).

Zaoblené, emarginátní špičky listů umožňují rostlině zachycování vody, která by jinak prostřednictvím protažené špičky odtekla.

U rodu *Sagenopteris* (Caytoniales) jsou listy dlanitě složené z celokrajných asymetrických vejčitých lístků, zaokrouhlená špička lístků signalizuje výskyt rostliny v prostředí, které nebylo dostatečně zásobené vodou.

Cykasy a benetity mají zpeřeně složené listy. Jejich lístky jsou kožovité a celokrajné, pentlicovité, převážně s paralelní žilnatinou. Morfologie jejich listů a autekologické nároky většiny žijících taxonů indikují spojitost s převážně mesofytním až semi-aridním prostředím (Jones 1993). U rodu *Eretmophyllum* jsou listy silně kožovité se zaoblenou, někdy emarginátní špičkou, tyto znaky ukazují na schopnost zadržet dostatečné množství vláhy pro sušší období. U konifer rodu *Frenelopsis* se srůstem tří listů během vývoje vytvořila segmentovaná struktura osy, na koncích listů jsou papily, které zachycují vlhkost (Watson 1988). Křtosemenné rostliny mají buď celokrajné kožovité listy (např. *Dicotylophyllum diospyrophyllum* nom. nov.) nebo kopinaté zubaté listy (např. *Dicotylophyllum labutae* sp. nov.). Zuby jsou však obvykle zaoblené, případně zakončené papilou.

### 8.1.2. Makromorfologické znaky listů indikující vlhké prostředí

Drip tip (*Eucalyptolaurus*) je dlouze protažená špička listu se špičatým zakončením, které slouží k efektivnímu odtékání vody, která se dostane na list. Odtok vody zabrání vytvoření mikroekosystému, kde by se vyskytovali epibionti, případně zabraňuje zahnívání listu. Opakem drip tipu je zaoblená špička, která ukazuje na sušší prostředí. Zaoblená špička má opačný efekt než drip tip a zamezuje odtoku vody.

Celokrajné listy jsou typickým znakem vlhkomilných a teplomilných rostlin. Metoda CLAMP je schopna přibližně určit, v jakém prostředí a klimatu se vyskytovala konkrétní množina studovaných rostlin. Pro analýzu se používá 31 parametrů listů, mezi něž patří i listový okraj. Bylo zjištěno, že listový okraj s ostrými zuby způsobuje vyšší odpar vody, naopak rostliny stresované nedostatkem vody své zuby zmenšují a zaoblují co nejvíce, aby zabránily odparu vody (Wolfe 1993) Tenké listy signalizující nepotřebnost uchovávání vody. V případě nedostatku vody si rostlina vytvořila takové listy, které by vodu zadržovaly (např. dužnaté), což v tomto případě není nutné.

## 8.2. Mikromorfologie

### 8.2.1. Mikromorfologické znaky listů indikující suché prostředí

Tloušťka antiklinální stěn normálních buněk je variabilní, často i v rámci jednoho exempláře. Obecně platí, čím tlustší antiklinální stěna je (ukládá více hydrofobního kutinu), tím většímu nedostatku vody je vystavována (Kolattukudy 2001). Průměrně nejsilnější antiklinální stěna byla u druhu *Pseudoctenis pecinovensis* (8  $\mu\text{m}$ ) za nahosemenné rostliny a u druhu *Dicotylophyllum pecinovense* (6,5  $\mu\text{m}$ ) za krytosemenné rostliny. Průměrná tloušťka antiklinálních stěn u dalších zkoumaných druhů byla u *Sagenopteris variabilis* 4  $\mu\text{m}$ , *Eretmophyllum obtusum* 3,5  $\mu\text{m}$ , *Zamites mirovanae* 5  $\mu\text{m}$ , *Frenelopsis alata* 7  $\mu\text{m}$ , *Pseudoasterophyllites cretaceus* 4,5  $\mu\text{m}$ , *Eucalyptolaurus* sp. 3  $\mu\text{m}$ , *Cocculophyllum cinnamomeum* 3  $\mu\text{m}$ , *Dicotylophyllum diospyrophyllum* 3,5  $\mu\text{m}$  a *D. labutae* 5  $\mu\text{m}$ . Tenčí byla u krytosemenných rostlin vzhledem k jejich efektivnějšímu metabolismu (viz. *Eucalyptolaurus* sp., *Cocculophyllum cinnamomeum* a *Dicotylophyllum diospyrophyllum*)

Mikromorfologické struktury v okolí průduchů jsou významným znakem odrážejícím do značné míry prostředí, ve kterém rostlina rostla. Jsou to především zvýšené valy, které vytváří rostliny převážně krytosemenné (viz. fototabule), které nejsou schopny své průduchy

zanořovat jako nahosemenné rostliny (*Frenelopsis alata*). Valy stíní průduchu, případně na nich může kondenzovat voda.

Zanořování průduchů u nahosemenných rostlin dokládá suchomilný charakter rostliny tak, že zanořením průduchu vzniká nad průduchem stěna, která mu efektivněji stíní (*Frenelopsis alata*) (Beck 1988). Zanořování průduchů je typické i pro cykasy (Watson & Cusack 2005)

Na kutikule se občas vyskytují výrůstky – papily. Papily, vzniklé zvětšováním výrůstků vedlejších, sousedních buněk, případně normálních buněk, mohou být rozmístěny rovnoměrně po vnějším povrchu abaxiální kutikuly nebo mohou tvořit věnec, který obklopuje průduch. Na papilách může kondenzovat vodní pára odpařující se z průduchů nebo mohou papily vrhat stín na průduch a tím zabraňovat přehřívání a vyššímu odparu vody. Obě varianty ukazují na to, že papilami se rostlina pokouší zabránit přílišným ztrátám vody (*Zamites mirovanae*, *Dicotylophyllum labutae*, *Frenelopsis alata*).

Ornamentace vnější strany kutikul, především abaxiální strany, je velmi dobře pozorovatelným znakem, dokazující vystavení rostliny stresu. Ornamentace může probíhat formou vráskování kutikuly, které může být a nemusí orientované v jednom směru.

Průměrná velikost normálních buněk je u studovaného materiálu velice variabilní. Mikromorfologické znaky kutikuly u druhu *Eretmophyllum obtusum* dokazují přizpůsobení nedostatku sladké vody. Nicméně průměrná velikost jeho normálních buněk je 70 x 25  $\mu\text{m}$ , naproti tomu druh *Dicotylophyllum labutae* má průměrnou velikost normálních buněk 25 x 17,5  $\mu\text{m}$  a průduchy chráněné věncem papil, což rovněž ukazuje na suchomilný charakter. Tento parametr tedy není natolik přesný, aby byl směrodatný pro určování suchomilnosti či vlhkemilnosti rostlin.

### 8.2.2. Mikromorfologické znaky listů indikující vlhké prostředí

Tenké antiklinální stěny normálních buněk dokazují, že se rostlina vyskytovala v prostředí s dostatečným množstvím vody pro svůj metabolismus, neboť nebylo nutné zesilovat stěny buněk, které by tímto zadržovaly vodu v těle.

Průduchy v úrovni listu čili exponované průduchy ukazují na to, že rostlina nemusí průduchy chránit před odparem vody jejich hlubším zanořováním. Může se také vyskytovat v prostředí s vyšším slunečním osvitěm, přesto mít exponované průduchy (*Laurus nobilis*).

Tento jev může znamenat, že má rostlina přesto vody dostatek nebo si vytvořila jiné mechanismy ochrany před přílišnou ztrátou vody prostřednictvím průduchů.

## 9. Srovnání recentního a fosilního materiálu

*Ascarina rubricaulis* je druh, na němž bylo pozorováno několik znaků, dokládajících preferenci suššího prostředí (v rámci horského mlžného lesa, Carlquist 1990), a to zvrásnění vnějšího povrchu abaxiální kutikuly podobným způsobem jako u druhu *Dicotylophyllum pecinovense*. Zároveň *A. rubricaulis* vykazuje zvýšené valy kolem průduchů. Zvýšené valy byly pozorovány také u fosilních druhů *Eucalyptolaurus* sp., *Dicotylophyllum diospyrophyllum*, *Dicotylophyllum pecinovense* a *Pseudoasterophyllites cretaceus*, ale také u některých nahosemenných rostlin *Sagenopteris variabilis*, *Pseudoctenis babinensis*, *Eretmophyllum obtusum*. Dalším znakem jsou silné antiklinální stěny normálních buněk. Celý list (tab. XV, obr. a) vykazuje kožovitý povrch a zubatý okraj, kde zuby jsou chloranthoidního typu s papilou. Tato charakteristika makrovzorku je velmi podobná popisu druhu *Dicotylophyllum pecinovense*.

*Laurus nobilis* má hluboce zvrásněný vnější povrch abaxiální kutikuly způsobem, který nebyl pozorován u žádného zástupce studovaných fosilních druhů. Celý list (tab. XVI, obr. a) je kožovitý, což je znak, který byl pozorován u *Pseudoasterophyllites cretaceus* a *Dicotylophyllum pecinovense*.

*Platanus acerifolia* má tlustší antiklinální stěny (4  $\mu\text{m}$ ) a na jeho kutikulách se vyskytují trichomové báze jako u *Eucalyptolaurus* sp.. Celý list (tab. XVII, obr. a) je mírně kožovitý.

List druhu *Rosmarinus officinalis* je pokryt trichomy, má lehce zvlněný vnější povrch abaxiální kutikuly a antiklinální stěny normálních jsou silné 4  $\mu\text{m}$ . Síla antiklinálních stěn je možným ukazatelem suchomilnosti druhu, který je pozorován na dalších fosilních druzích. Podobně silné antiklinální stěny má *Pseudoasterophyllites cretaceus* a *Dicotylophyllum diospyrophyllum*, ale také *Sagenopteris variabilis*, *Eretmophyllum obtusum*. Listy (tab. XVIII, obr. a, b) jsou velmi hustě pokryty trichomy. U *Eucalyptolaurus* sp. byly trichomové báze sice pozorovány, ovšem velmi sporadicky. Lze předpokládat, že množství trichomů má spojitost s faktem, že *Rosmarinus officinalis* je prokázaným suchomilným druhem.



## 10. Diskuze

Pozorováním mikromorfologických struktur výše zkoumaných rostlin je možné zjistit, zda rostlina trpěla stresem, který způsobil nedostatek vody. Tyto struktury ale nejsou schopny odhalit, zda se jedná o nedostatek vody způsobený suchem (tj. xerofyty) nebo nedostatkem sladké vody v zasoleném prostředí (tj. halofyty). Taktéž rozdíl mezi xerofyty a mesofyty není jasně stanoven, tedy lze do jisté míry za xerofyty považovat rostliny s nezvykle zvýrazněnými mikromorfologickými znaky, jako např. výrazné papily u *Dicotylophyllum labutae* či *Frenelopsis alata* nebo přespříliš silné antiklinální stěny normálních buněk druhu *Pseudoctenis babinensis*.

Některé z výše zkoumaných rostlin již byly podrobeny výzkumu dříve, a to zejména v rámci paleoekologicko-sedimentologické studie pecínovských tafocenóz (Uličný *et al.* 1997, Nguyen Tu *et al.* 2002). Uličný *et al.* (1997) na základě studia mořských palynomorf a tidálních textur interpretovali jednotku 3 jako produkt sedimentace brakického prostředí - supratidální marše. Uličný *et al.* (1997) v jednotce 3 vymezili dvě podjednotky, tzv. společenstva („assemblages“). Společenstvo 3A je charakterizováno převahou konifer a interpretováno jako příbřežní močál. Společenstvo obsahuje konifery *Ceratostrobis sequoiaphyllus* Velenovský, *Quasisequoia crista* (Velenovský) J.Kvaček, *Cunninghamites lignitum* (Sternberg) J.Kvaček a příměs *Frenelopsis alata* (Kvaček J. *et al.* 2006). Z krytosemenných rostlin se tam vyskytují druhy *Dicotylophyllum diospyrophyllum* (= *Diospyros cretacea*) a *Cocculophyllum cinnamomeum*. Vzhledem k výskytu těchto druhů lze očekávat, že jejich mikromorfologické struktury ukazující na nedostatek vody, pramení z toho, že se vyskytovaly v mírně zasoleném prostředí. Společenstvo 3B je charakterizováno velkým množstvím na sebe stlačených listů, mezi kterými dominuje *Frenelopsis alata*, dále se vyskytuje *Eretmophyllum obtusum* a *Dammarites albens* Presl in Sternberg (Kvaček J. *et al.* 2006). Toto společenstvo bylo výrazněji ovlivněno přílivem, čili jeho fosilní záznam obsahuje převážně halofyty. Paleoekologické interpretace byly potvrzeny studiem izotopů uhlíku  $C^{13}/C^{12}$ . Izotopová analýza dokáže stanovit druh stresu, kterému rostlina čelí. Ve spojení se sedimentologií a kutikulární analýzou se jedná o velice efektivní způsob zjišťování paleoekologických a paleoklimatických podmínek (Nguyen Tu *et al.* 2002)

Coiffard *et al.* (2006) zjistili, že nahosemenné rostliny prosperují spíše v prostředí močálu v blízkosti brakického prostředí, zatímco krytosemenné rostliny jsou vázány spíše na sladkovodní oblasti. Taxodioidní konifery se vyskytují převážně v bažinatých prostředích, ale jejich ekologická amplituda v menší míře zasahuje téměř všechna prostředí kromě

anastomózních řek. Krytosemenné rostliny jsou řazeny spíše do prostředí sladkovodního, na rozdíl od *Dicotylophyllum diospyrophyllum* a *Pseudoasterophyllites cretaceus*, které mohly být prvními krytosemennými rostlinami v Evropě, které si vytvořily odolnost vůči agresivitě zasoleného prostředí.

Fosilie xerofytních rostlin se vyskytují ve fosilním záznamu sporadicky. Větší zastoupení mají rostliny mesofytní, které se do sedimentačního prostředí dostávaly snáze. Na základě pozorování mikromorfologických struktur lze soudit, že studovaný materiál vykazuje spíše znaky mesofytních rostlin. Jak je řečeno výše, jasná hranice mezi mesofytem a xerofytem neexistuje. Lze říci, že xerofytům se nejvíce blíží *Pseudoctenis babinensis*, který má nápadně mohutné antiklinální stěny buněk a *Dicotylophyllum labutae* s výraznými papilami pokrývajícími většinu buněk abaxiální epidermis. Izotopy jsou předmětem studia disertační práce Petry Zahájské. Výsledky její práce budou v budoucny využity ke srovnání s výsledky kutikulární analýzy.

## 11. Výsledné zhodnocení autekologie studovaných taxonů

U druhu *Sagenopteris variabilis* se vyskytují kolem průduchů nepravidelné valy, periklinální stěna normálních buněk je zvlněná až mírně papilózní a síla antiklinální stěny je spíše středních hodnot čili tento druh bude spíše mesofytem. Nevykazuje žádné extrémnější mikromorfologické znaky.

*Pseudoctenis babinensis* má průduchy zanořené ve stomatální dvůrku a jsou navíc obklopeny mírně zvětšeným valem. Antiklinální stěny mají výrazně silné antiklinální stěny. Vyskytuje se v jednotce 1 a 2. Tento druh vykazuje známky xerofytu.

*Eretmophyllum obtusum* má průduchy obklopené valy, silně kutinizovanou abaxiální kutikulu a vráskovanou periklinální stěnu normálních buněk. Tento druh má mikromorfologické znaky ukazující na stres z nedostatku sladké vody. Vyskytuje se v jednotce 3, což ho řadí mezi halofyty.

*Zamites mirovanae* má průduchy zanořené ve stomatálním dvůrku a zároveň obklopené výraznými věnci papil. Antiklinální stěny jsou poměrně silné. Vyskytuje se v jednotce 1. Tyto znaky řadí tento druh spíše ke xerofytům.

*Frenelopsis alata* je již dříve prokázaným halofytem. Mikromorfologické struktury, dva věnce papil, které obklopují zanořené průduchy a velmi silné antiklinální stěny odpovídají

výskytu v oblasti s nedostatkem sladké vody. Vyskytuje se v jednotce 3, což ho řadí také mezi halofyty.

*Pseudoasterophyllites cretaceus* má paracytní průduchy obklopené kutinizovaným valem a má poměrně silné antiklinální stěny a adaxiální normální buňky s papilami. Tyto znaky ho řadí spíše mezi rostliny z oblasti s nedostatkem sladké vody. Vyskytuje se v jednotce 3, což ho rovněž řadí mezi halofyty.

*Eucalyptolaurus* sp. má průduchy zanořené v mělkých stomatálních dvůrcích a obklopené mírně zvýšenými valy a má jemně zvlněnou periklinální stěnu normálních buněk. Vyskytuje se v jednotce 1. Tento druh lze řadit k rostlinám nepříliš vystaveným stresu.

*Cocculophyllum cinnamomeum* má velmi zvlněnou až papilózní periklinální stěnu normálních buněk. Tento konkrétní exemplář byl z jednotky 1. Z důvodu velmi obtížně zpracovatelného materiálu a celkově nedostatku pozorovatelných struktur, nelze tento druh jednoznačně zařadit.

*Dicotylophyllum diospyrophyllum* má průduchy chráněné výraznými valy. Periklinální stěna normální buněk je vráskovaná a kutikula velmi silná. Tento druh rozhodně rostl v oblasti s nedostatkem sladké vody. Vyskytuje se v jednotce 3, což ho řadí také mezi halofyty.

*D. labutae* má průduchy obklopené věncem velmi výrazných papil a papily se vyskytují po celé ploše periklinální stěny normálních buněk. Mají poměrně silné antiklinální stěny. Pochází z jednotky 1. Tento druh je jasným xerofytem.

*D. pecinovense* má velmi výrazně vráskovanou periklinální stěnu normálních buněk a antiklinální stěny nejsilnější ze studovaných krytosemenných rostlin. Vyskytuje se v jednotkách 2-3. Druh se patrně nachází na pomezí mesofytu a xerofytu.

## 12. Zasazení studia do širších paleoekologických souvislostí

Pozorování fosilních i recentních druhů prokázalo, že v době trvání cenomanu, existovaly v prostoru Českého masivu rostliny, xerofyty, které byly vystavovány nedostatku vody (sladké vody). Tento jev se projevil zejména v jejich mikromorfologii. Přítomnost xerofytů indikuje sezónní klima, které také předpokládají paleoekologické studie (Herman *et al.* 2002; Kvaček J. 2017).

Většina obvykle studovaných fosilních rostlin perucko-korycanského souvrství pochází z azonální vegetace v okolí řek. Tyto rostliny vykazují malý stres z nedostatečného

přísunu sladké vody. Mezi azonální vegetaci je nutné počítat i vegetaci slaných marší a zasolených močálů, jejichž sedimenty mají v perucko-korycanském souvrství značný rozsah. S tímto faktem koresponduje i množství halofytů ve fosilním záznamu.

Zjištěné cenomanské mesofyty a xerofyty dokládají značný stres z nedostatečného zásobení vodou. Tyto rostly pravděpodobně v oblastech s nedostatkem vody v okolí řek a do sedimentu dostávaly jen ojediněle, jak o tom svědčí jejich nepříliš početné zastoupení ve fosilním záznamu.

Paleoekologické rekonstrukce (Herman *et al.* 2002; Kvaček J. 2017) předpokládají v oblasti Českého masivu sezónní klima s výskyty periodických období vegetačního klidu. Tato období odpovídají nejspíše obdobím sucha. Lze předpokládat, že spíše než nízké teploty, způsobovalo periodicitu klimatu sucho. Kvaček J. (2017) na základě analýzy CLAMP odhaduje průměr srážek za tři nejsušší měsíce 166,5 mm. Herman *et al.* (2002) stanovili průměrnou teplotu v českém cenomanu rekonstruovanou na základě fyziognomie listů dvouděložných dřevin metodou CLAMP na lokalitách Vyšehořovice a Malá Chuchle. Obě lokality měly velmi podobné průměrné roční teploty 19 a 20°C a průměrnou teplotu nejchladnějšího měsíce 15°C. Kvaček J. (2017) uvádí pro celou peruckou flóru průměrnou teplotu 17 °C a pro průměrnou teplotu nejchladnějšího měsíce 7,5 °C.

### 13. Závěr

V této diplomové práci byly popsány tři nové taxony, a to *Zamites mirovanae*, *Dicotylophyllum labutae*, *D. pecinovense* a stanoveno nomen novum *Dicotylophyllum diospyrophyllum*. Každý z těchto taxonů vykazuje odlišné makromorfologické struktury a kutikulární stavbu, obojí však indikující meso- nebo xerofytní charakter rostlin.

Na studovaném materiálu, bylo na základě studia makro- a mikromorfologie stanoveno, které fosilní rostliny perucko-korycanského souvrství patří mezi extremofyty.

Srovnáním s dříve publikovanými a nově získanými daty byly studované fosilní taxony rozřazeny mezi halofyty, mesofyty a xerofyty. Halofytů bylo pozorováno nejvíce, také strukturami byly specifické. Rozdíl mezi mesofyty a xerofyty nebyl úplně jednoznačný, přesto se podařilo vydělit alespoň dva xerofyty, a to *Pseudoctenis babinensis* a *Dicotylophyllum labutae*.

Lze konstatovat, že přítomnost xerofytů ve flóře perucko-korycanského souvrství dokládá existenci sezónního klimatu, což je v souladu s dříve publikovanými výsledky.

## 14. Citace

- APG IV 2016. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181, 1–20.
- ARCHANGELSKY, A., ANDREIS, R. R., ARCHANGELSKY, S., ARTABE, A. 1994. Cuticular characters adapted to volcanic stress in a new Cretaceous cycad leaf from Patagonia, Argentina. Considerations on the stratigraphy and depositional history of the Baqueró Formation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89, 213–233.
- ARCHANGELSKY, S., BALDONI, A. 1972. Notas sobre la flora de la zona de Tico, provincia de Santa Cruz, X. dos especies de Pseudoctenis (Cycadales). *Ameghiniana* 9, 241–257.
- BAYER, E. 1914a. Fytopaleontologické příspěvky ku poznání českých křídových vrstev peruckých. *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech* 15(5), 1–66.
- BAYER, E. 1921. Zbarvené mikroskopické praeparáty fossilní kutikuly některých rostlin křídových z českých vrstev Peruckých. *Časopis Musea království Českého* 95(3), 41–54.
- BECK, C. B. (Editor). 1988. *Origin and evolution of gymnosperms*. 504 pp. Columbia University Press, New York.
- BERTHELIN, M., PONS, D. 1999. Signification des caractères partagés entre Bennettiales et Cycadales. Implications de la découverte d'une Cycadale nouvelle du Cénomaniens de l'Anjou (France). *Annales de Paléontologie* 85, 227–239.
- BOOM A., DAMSTÉ J. S., DE LEEUW J. 2005. Cutan, a common aliphatic biopolymer in cuticles of drought-adapted plants. *Organic Geochemistry* 36, 595–601.
- BRONGNIART, A. T. 1834. Nouvelles recherches sur la structure de l'épiderme des végétaux. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, 2nd ser., v.1*, 65–71.
- CARLQUIST S. 1990. Wood anatomy of *Ascarina* (Chloranthaceae) and the tracheid-vessel element transition. *Aliso* 12, 667–684.
- CARPENTIER, A. 1939. Les cuticules des Gymnospermes Wealdiennes du Nord de la France. *Annales de Paléontologie*, 27(4), 155–179.

- CHRAMOVA S. N. 1977. Triasovaya flora basseyna reki Pechory i eyo znachenie dlya stratigrafii [Triassic flora of the Pecora River and its significance for stratigraphy]. *Trudy VNIGRI* 380, 1–72.
- COIFFARD, C., GOMEZ, B., KVAČEK, J., THÉVENARD, F., 2006. Early angiosperm ecology: evidence of Albian-Cenomanian of Europe. *Annals of Botany* 98, 495–502.
- COIFFARD, C., GOMEZ, B., THIÉBAUT, M., KVAČEK, J., THÉVENARD, F., NÉRAUDEAU, D., 2009. Inframarginal veined lauraceae leaves from the Albian Cenomanian of Charente-Maritime (western France). *Palaeontology* 52 (2), 323–336.
- CORDA, A. J. 1845. *Beiträge zur Flora der Vorwelt*. 128 pp. J. G. Calvesche Buchhandlung, Prag.
- ČECH, S., KLEIN, V., KRÍŽ, J., VALEČKA, J. 1980. Revision of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Věstník Ústavu Geologického* 55, 277–296.
- DVOŘÁK, Z. 2005. *Tempskya – druhohorní zkamenělý strom*. *Minerál* 13, 175–177.
- FALCON-LANG, H. J., KVAČEK, J., ULIČNÝ, D. 2001. Fire-prone plant communities and palaeoclimate of a Late Cretaceous fluvial to estuarine environment, Pecínov Quarry, Czech republic. *Geological Magazine* 138, 563–576.
- FEISTMANTEL, K. 1881. Der Hangendflötzung im Schlan-Rakonitzer Steinkohlenbecken. *Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen* 4(6), 1–112.
- FEISTMANTEL, K. 1885. Visuté pásmo flecové ve Slánsko-Rakovnické pánvi kamenouhelné. *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech* 4(6), 1–93.
- FEISTMANTEL, O. 1870. Ueber Pflanzenpetrefacte aus dem Nyřaner Gasschiefer sowie seine Lagerung sein Verhältniss zu den übrigen Schichten. *Sitzungsberichte der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, 1870 (Januar-Juni)*, 56–75.
- FEISTMANTEL, O. 1875. Vorbericht über die Perucer Kreideschichten in Böhmen und ihre fossilien Reste. *Sitzungsberichte der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, (Prag), Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe* 51, 253–276.

- FEISTMANTEL, O. 1880. The fossil flora of the Gondwana System (Lower Gondwanas)-2. The flora of the Damuda and Panchet Divisions (1st part). *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, Series 12, 3 (2)*, 1–77.
- FEISTMANTEL, O. 1881. The fossil flora of the Gondwana System-3 (Lower Gondwanas). The flora of the Damuda and Panchet divisions (Conclusion of Part 2.). *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, Series 123 (3)*, 77–154.
- FEISTMANTEL, O. 1882. Fossil flora of the Gondwana System in India. The fossil flora of South Rewa Gondwana Basin. *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, Series 12, 4 (1)*, 1–52.
- FLORIN, R. 1931. Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar (ser. 3), 10 (1)*, 1–588.
- FLORIN, R. 1944a. Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. VI: *Paleontographica B: v. 85*, 366–458.
- FLORIN, R. 1944b. Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. VII: *Paleontographica B: v. 85*, 459–654.
- FONTAINE, W. M. 1889. The Potomac or younger Mesozoic flora. *U. S. Geological Survey. Monograph, 15*, 1–377.
- FRIČ, A., BAYER, E. 1902. Studie v oboru křídového útvaru českého. Palaeontologická zkoumání jednotlivých vrstev: Perucké vrstvy. *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech 11(2)*, 1–179.
- GOMEZ, B., C. MARTÍN-CLOSAS, G. BARALE, F. THÉVENARD. 2000. A new species of *Nehvizdya* (Ginkgoales) from the Lower Cretaceous of the Iberian Ranges (Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology 111*, 49–70.
- GREGUŠ, J., KVAČEK, J., HALAMSKI, A.T., 2013. Revision of *Protopteris* and *Oncopteris* tree fern stem casts from the Late Cretaceous of Central Europe. *Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B. Hist. Nat. 69 (1-2)*, 69–82.
- GREGUŠ, J., KVAČEK, J. 2015. Revision of Late Cretaceous (Cenomanian) flora of the Maletín Sandstone. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis [Sborník Národního muzea, řada B, přírodní vědy]*, 71(3-4), 315–364.

- GUPTA, B., HUANG, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, 2014, 1–18.
- GUPTA, N. S., COLLINSON, M. E., BRIGGS, D. E. G., EVERSLED, R. P. & PANCOST, R. 2006. Reinvestigation of the occurrence of cutan in plants: implications for the leaf fossil record. *Paleobiol.* 32 (3), 432–449.
- HALAMSKI, A. T. 2013a. Latest Cretaceous leaf floras from southern Poland and western Ukraine. *Acta Palaeont. Pol.*, 58 (2), 407–443.
- HARRIS, T. M. 1932. The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland, part 3, Caytoniales and Bennettitales. *Meddelelser om Grønland* 85(5), 1–133.
- HEER, O. 1869. Beiträge zur Kreideflora, I. Flora von Moletein in Mähren. *Neue Denkschriften der Allgemeine Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften [Nouveaux mémoires de la société helvétique des sciences naturelles]* 23(2), 1–24.
- HERMAN, A. B., SPICER, R. A., KVAČEK, J. 2002. Late Cretaceous climate of Eurasia and Alaska: a quantitative palaeobotanical approach, 93–108. In WAGREICH, M. (eds) *Aspect of Cretaceous Stratigraphy and Palaeobiogeography*. Österreichische Akademie der Wissenschaften 15.
- HLUŠTÍK, A. 1972. *Frenelopsis alata* (Cupress. fossil). *Taxon* 21, 210.
- HLUŠTÍK, A. 1974. New finds of *Frenelopsis* (Cupressaceae) from the Cretaceous of Czechoslovakia and their problems [Nálezy *Frenelopsis* (Cupressaceae) v křídě Československa a jejich problematika]. *Časopis pro mineralogii a geologii* 19(3), 263–268.
- HLUŠTÍK, A. 1976. Contribution to the systematic and leaf anatomy of the genus *Dammarites* Presl. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis [Sborník Národního muzea v Praze, Řada B, přírodní vědy]* 30(1-2), 49–70.
- HLUŠTÍK, A. 1977a. The nature of *Podozamites obtusus* Velenovský. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis [Sborník Národního muzea v Praze, Řada B, přírodní vědy]* 30(4-5), 173–178.



- HLUŠTÍK, A. 1977b. Remarks on *Dammarites albens* Presl. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 52, 359–366.
- HLUŠTÍK, A. 1978. Frenelopsid plants (Pinopsida) from the Cretaceous of Czechoslovakia. *In* Paleontologická Konf. Univ. Karlova, Praha, 129–141.
- HLUŠTÍK, A. 1986. Eretmophyllous Ginkgoales from the Cenomanian. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 42, 99–115.
- HOLÝ, F. 1962. Zpráva o paleontologickém a stratigrafickém výzkumu křídových usazenin v okolí Nového Strašecí. *Zprávy o geologických výzkumech v roce (1961)*, 139–140.
- JONES, D. L. 1993. *Cycads of the world. Ancient Plants in Today's Landscape*. 312 pp. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C.
- JONES, H. G. 1998. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. *J. Exp. Bot.* 49, 387–398.
- KERP, H. 1990. The study of fossil Gymnosperms by means of cuticular analysis. *Palaios* 5, 548–569.
- KERP, H., KRINGS, M. 1999. Light microscopy of cuticles 52–56. *In* Jones, T. P., Rowe, N. P. (eds) *Fossil Plants and Spores: modern techniques*. Geological Society, London.
- KERSTIENS, G. 2016. Plant Cuticle (v.3). *In* *eLS (formerly Encyclopedia of Life Sciences)* John Wiley & Sons, Inc.. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0002088.pub3>
- KNOBLOCH, E. 1971. Neue Pflanzenfunde aus dem böhmischen und mährischen Cenoman. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 139(1), 43–56.
- KNOBLOCH, E. 1999. Neue oder wenig bekannte Pflanzenarten aus den perucer Schichten (Cenoman) der böhmischen Masse. *Actae Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 55, 25–60.
- KNOBLOCH, E., KVAČEK, J. 1997. Bennettitalean and coniferalean leaves from the Cretaceous (Cenomanian) of the Bohemian Massif, Central Europe. *Cretaceous Research* 18, 567–586.
- KOLATTUKUDY, P. E. 2001. Cutin from plants, 1–35. *In*: DOI, Y., STEINBÜCHEL, A. (eds) *Biopolymers. Vol. 3a. Polyesters I: Biological systems and biotechnological production*. John Wiley & Sons, New York.

- kolektiv autorů 1988. Květena České socialistické republiky 1. díl, 557 pp. Academia, Praha.
- KOŠŤÁK, M., ČECH, S., ULÍČNÝ, D., SKLENÁŘ, J., EKRT, B. & MAZUCH, M. 2018. Ammonites, inoceramids, and stable carbon isotopes of the Cenomanian – OAE2 interval in Central Europe: Pecínov quarry, Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic). *Cretaceous Research*, 87, 150–173.
- KVAČEK, J. 1995. Cycadales and Bennettitales leaf compressions of the Bohemian Cenomanian, Central Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 84, 389–412.
- KVAČEK, J. 1997a. *Sphenolepis pecinovensis* sp. nov. a new taxodiaceous conifer from the Bohemian Cenomanian. *Mededeelingen van 's Rijks Geologischen Dienst. Haarlem* 58, 121–128.
- KVAČEK, J. 1997b. *Microzamia gibba* (Reuss) Corda: a cycad ovulate cone from the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic - micromorphology and reinterpretations of its affinities. *Review of Palaeobotany and Palynology* 96, 81–97.
- KVAČEK, J. 1998. *Cuticle analysis of gymnosperms of the Bohemian Cenomanian*. 229 pp. Kandidátská práce. [Geologický ústav AV ČR] Praha.
- KVAČEK, J. 1999. New data and revision of three gymnosperms from the Cenomanian of Bohemia – *Sagenopteris variabilis* (VELENOVSKÝ) VELENOVSKÝ, *Mesenea bohémica* (CORDA) comb. n. and *Eretmophyllum obtusum* (VELENOVSKÝ) comb. n. *Sborník Národního muzea v Praze, řada B – Přírodní vědy* 55(1-2), 15–24.
- KVAČEK, J. 2000a. *Frenelopsis alata* and its microsporangiate and ovuliferous reproductive structures from the Cenomanian of Bohemia (Czech Republic, Central Europe). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 112, 51–78.
- KVAČEK, J. 2000b. Two conifers (Taxodiaceae) of the Bohemian Cenomanian, Czech Republic, Central Europe. *Acta Palaeobotanica, Supplement* 2, 129–151.
- KVAČEK, J., EKLUND, H. 2003. A report on newly recovered reproductive structures from the Cenomanian of Bohemia (Central Europe). *International Journal of Plant Sciences* 164, 1021–1039.
- KVAČEK, J., FALCON-LANG, H., DAŠKOVÁ, J. 2005. A new Late Cretaceous ginkgoalean reproductive structure *Nehvizdyella* gen. nov. from the Czech Republic and its whole-plant reconstruction. *American Journal of Botany* 92(12), 1958–1969.

- KVAČEK, J., ULIČNÝ, D., SVOBODOVÁ, M., ŠPIČÁKOVÁ, L. 2006. Cretaceous of Central Bohemia 58-65. In FATKA, O., KVAČEK, J. (eds) *7th European Palaeobotany-Palynology Conference: excursions guide book: 7EPPC 2006, September 6-11*. Czech Republic, Prague.
- KVAČEK, J. 2007. The conifer *Brachyphyllum squamosum* from the Bohemian Cenomanian. *Acta Palaeobotanica* 47(1), 25–35.
- KVAČEK, J. 2008. New cycad foliage of *Pseudocotylex babinensis* from the Bohemian Cenomanian. *Acta Musei Nationalis Pragae Series B e Historia Naturalis* 64(2-4), 125–131.
- KVAČEK, J., GOMEZ, B. & ZETTER, R. 2012. The early angiosperm *Pseudoasterophyllites* cretaceous from Albian-Cenomanian of Czech Republic and France revisited. *Acta Palaeontol. Polon.* 57, 437–443.
- KVAČEK, J., DOYLE J.A., ENDRESS, P.K., DAVIERO-GOMEZ, V., GOMEZ B. & TEKLEVA, M. 2016. *Pseudoasterophyllites cretaceus* from the Cenomanian (Cretaceous) of the Czech Republic. A possible link between Chloranthaceae and *Ceratophyllum*. *Taxon* 65(6), 1345–1373.
- KVAČEK J. 2017. *Late Cretaceous floras in Central Europe and their palaeoenvironment*. 407 pp. MS, Ústav geologie a paleontologie Univerzity Karlovy v Praze, Praha.
- KVAČEK, Z. 1983. Cuticular studies in angiosperms of the Bohemian Cenomanian. *Acta Palaeontologica Polonica* 28 (1-2), 159–170.
- KVAČEK, Z. 1985. Kutikulární analýza neogenních dřevin střední Evropy. 210 pp. MS Ústav geologie a geotechniky ČS AV, Praha.
- KVAČEK Z. 1992. Lauralean angiosperms in the Cretaceous. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 147, 345–367.
- LEFOR, M. W. 1999. Xerophyte. In *Environmental Geology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Dordrecht.
- LESQUEREUX, L. 1892. The flora of the Dakota Group. *U. S. Geol. Survey. Monographs*. vol. 17, 1–256.

- LINDLEY, J., HUTTON, W. 1835-1837. The fossil flora of Great Britain; or, figures and descriptions of the vegetable remains found in a fossil state in this country, volume III. 232 pp. James Ridgway and Sons, London.
- MALVEY, P. 2004. Structure, nomenclature and classification of stomata. *Acta Bot. Sin.* 44(2), 242–252.
- NĚMEJC, F. 1926. O totožnosti Feistmantelovy specie *Sclerophyllum alatum* s *Frenelopsis bohémica* Vel. [On the identity of *Sclerophyllum alatum* Feistm. and *Frenelopsis bohémica* Vel.]. *Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky* 6, 133–142.
- NĚMEJC, F., KVAČEK, Z. 1975. *Senonian plant macrofossils from the region of Zlív and Hluboka (near Ceske Budejovice) in South Bohemia*. 82 pp. Univ. Karlova, Prague.
- NGUYEN TU, THANH THUY, KVAČEK, J., ULÍČNÝ, D., BOCHERENS, H., MARIOTTI, A., BROUTIN, J. 2002. Isotope reconstruction of plant palaeoecology. Case study of Cenomanian floras from Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 183, 43–70.
- PACLTOVÁ, B. 1961. Zur Frage der Gattung *Eucalyptus* in der böhmischen Kreideformation. *Preslia* 33, 115–129.
- REUSS, E. A. 1845-46. Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Part 1 (1845): 1-58. Part 2 (1846) 1–148. E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SAPORTA M. D. 1894. Nouvelles contributions à la flore Mésozoïque, 1–225, 39 pls. In *Flore Fossile du Portugal. Direction des Travaux Géologiques du Portugal*. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, Lisbonne.
- SEWARD, A. C. 1894. *The Wealden Flora*. Thallophyta-Pteridophyta, Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History). Trustees of the British Museum (Natural History). 179 pp. London.
- SEWARD, A.C. 1911. The Jurassic flora of Sutherland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 47, 643–709.
- SCHENK, A. 1869. Beiträge zur Flora der Vorwelt (III. Die fossilen Pflanzen der Wernsdorfer Schichten in den Nordkarpathen). *Palaeontographica*, 19(1), 1–34.

- SCHULZE, F. 1855. Über das Vorkommen wohlerhaltener Zellulose in Braunkohle und Steinkohle. *Berliner Königlichen Akademie der Wissenschaften* 21, 676–678.
- STACE, C.A. 1965. Cuticular Studies as an Aid to Plant Taxonomy. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Botany* 4, 3–78.
- STERNBERG, K. M. 1820-1838. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. – vol. I, 1(1820): 1-24 pp. F. Fleischer, Leipzig; vol. I, 2 (1821): 1-33 pp. F. Fleischer, Leipzig; vol. I, 3 (1823): 1-39 pp. Ernst Brenck's Wittwe, Regensburg; vol. I, 4 (1825): 1-48 pp. tent. I-XLII, Ernst Brenck's Wittwe, Regensburg; vol. II, 5/6 (1833): 1-80 pp. Johann Spurny, Prag; vol. II, 7/8 (1838) (C.B. Presl and A.J. Corda coauthors): 81-220 pp. Gotlieb Häse Söhne, Prag.
- TAYLOR, T.N., TAYLOR, E. L., KRINGS, M. 2009. *Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants*. 1252 pp. Academic Press, New York.
- TEODORIDIS, V., MAZOUCH, P., SPICER, R. A., UHL, D. 2011. Refining CLAMP investigations towards improving the Climate Leaf Analysis Multivariate Program. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 299, 39–48.
- THOMAS, H. H. 1913. On some new rare Jurassic plants from Yorkshire: *Eretmophyllum*, a new type of Ginkgoalian leaf. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 17(3), 256–262.
- ULIČNÝ, D., ŠPIČÁKOVÁ, L., 1996. Response to high frequency sea-level change in fluvial to estuarine succession: Cenomanian palaeovalleys fill, Bohemian Cretaceous basin, 247–268.. In HOWELL, J. A., AIKEN, J. F. (eds) *High Resolution Sequence Stratigraphy: Innovations and Applications*. Geological Society, London.
- ULIČNÝ, D., KVAČEK, J., ŠPIČÁKOVÁ, L., SVOBODOVÁ, M., ČECH, S., HRADECKÁ, L., HLADÍKOVÁ, J., & LAURIN, J. 1996. Pecínov quarry: the record of mid-Cenomanian through early Turonian sea-level changes and related events, 10–23. In *Fifth International Cretaceous Symposium and Second Workshop on Inoceramids, Stratigraphy and facial development of the Bohemian-Saxonian Cretaceous basin*.
- ULIČNÝ, D., HLADÍKOVÁ, J., ATTREP Jr., M.J., ČECH, S., HRADECKÁ, L., SVOBODOVÁ, M., 1997a. Sea-level changes and geochemical anomalies across the Cenomanian-Turonian boundary. Pecínov quarry, Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 132, 265–285.

- ULIČNÝ, D., KVAČEK, J., SVOBODOVÁ, M., ŠPIČÁKOVÁ, I. 1997. High-frequency sea level fluctuations and plant habitats in Cenomanian fluvial to estuarine successions: Pecínov quarry, Bohemia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 136, 165–197.
- UPCHURCH, G. R. 1995. Dispersed angiosperm cuticles: their history, preparation, and application to the rise of angiosperms in Cretaceous and Paleocene coals, southern western interior of North America. *International Journal of Coal Geology* 28, 161–227.
- VELENOVSKÝ, J. 1885a. Die Gymnospermen der Böhmisches Kreideformation. 34 pp. E. Greger, Prag.
- VELENOVSKÝ, J. 1888a. Die Farne der böhmischen Kreideformation. *Abhandlungen der kaiserlich königlichen böhmische Gesellschaft der Wissenschaften* 7(2), 1–132.
- VELENOVSKÝ J. 1888b. Über einige neue Pflanzen der böhmischen Kreideformation. *Sitzungsberichte der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch naturwissenschaftliche Classe (1887)*, 590–598.
- VELENOVSKÝ, J. 1889. Květena Českého cenomanu. *Rozpravy Královské České Společnosti Nauk*, 7(3), 1–75.
- VELENOVSKÝ, J., VINIKLÁŘ, L. 1926. Flora Cretaca Bohemiae I. 57 pp. *Státní Geologický ústav Československé republiky, Praha*,
- VELENOVSKÝ, J., VINIKLÁŘ, L. 1927a. Flora Cretaca Bohemiae II. 54 pp. *Státní Geologický ústav Československé republiky, Praha*.
- VELENOVSKÝ, J., VINIKLÁŘ, L. 1929. Flora Cretaca Bohemiae III. 33 pp. *Státní Geologický ústav Československé republiky, Praha*.
- VELENOVSKÝ, J., VINIKLÁŘ, L. 1931. Flora Cretaca Bohemiae IV. 112 pp. *Státní Geologický ústav Československé republiky, Praha*.
- WATSON, J. 1977. Some Lower Cretaceous conifers of the Cheirolepidiaceae from the U.S.A. and England. *Palaeontology* 20, 715–749.
- WATSON, J. 1988. The Cheirolepidiaceae, 382–447. In BECK, C. B. (eds) *Origin and evolution of gymnosperms*. Columbia University Press, New York.

- WATSON, J, CUSACK, H.A. 2005. Cycadales of the English Wealden. 189 pp. Monograph of the Palaeontographical Society, London.
- WATSON, J., SINCOCK, C. A. 1992. *Bennettitales of the English Wealden*. 228 pp. London: The Palaeontographical Society.
- WESSEL, P., WEBER, O. 1855. Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation. *Palaeontographica* 4, 111–178.
- WOLFE, J. A. 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *US Geological Survey Bulletin* 2040, 1–71.
- ZEILLER, R. 1902. Sur quelques empreintes végétales du Kimméridgien de Santa María de Meyá, province de Lérida en Catalogne (Espagne). *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 4(26), 15–27.
- ZEILLER, R. 1907. Les progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes. *Progressus Rei Botanicæ* 2, 1–127.

Internetové zdroje:

[www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org)

[www.biolib.cz](http://www.biolib.cz)

## **15. Fototabule**

Zkratky:

SEM – foto z elektronového mikroskopu

LM – foto ze světelného mikroskopu

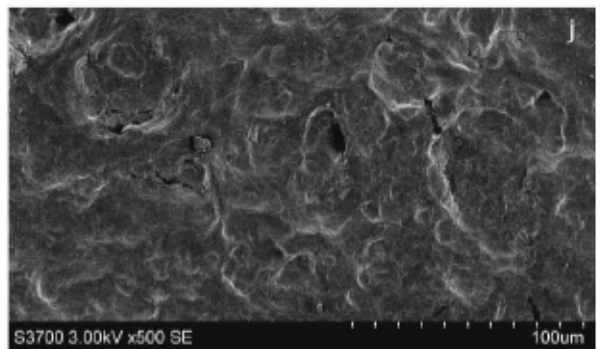
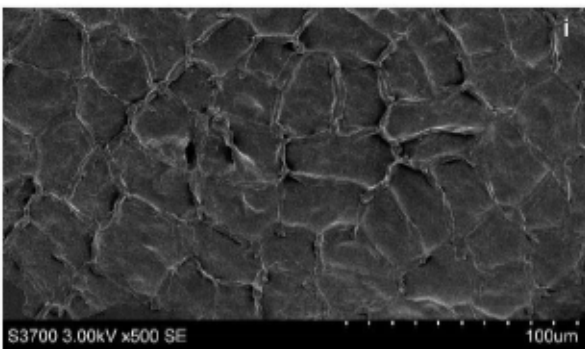
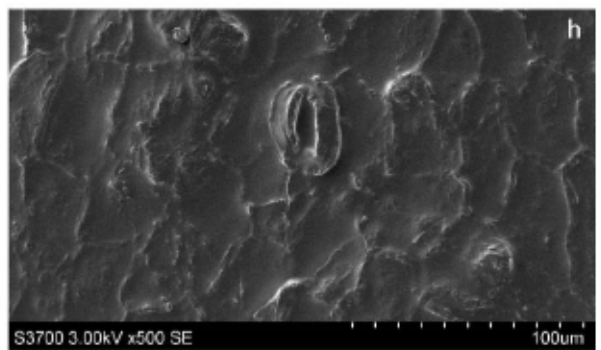
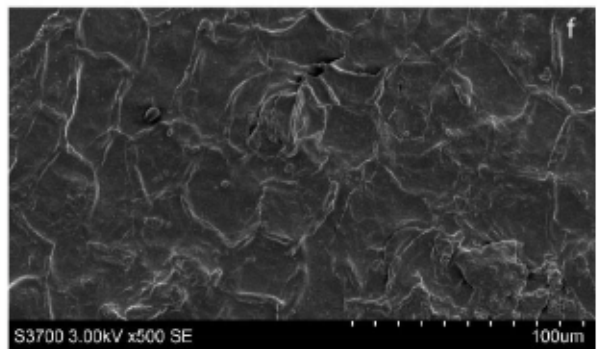
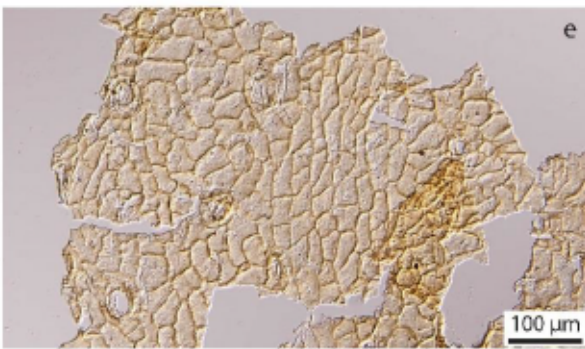
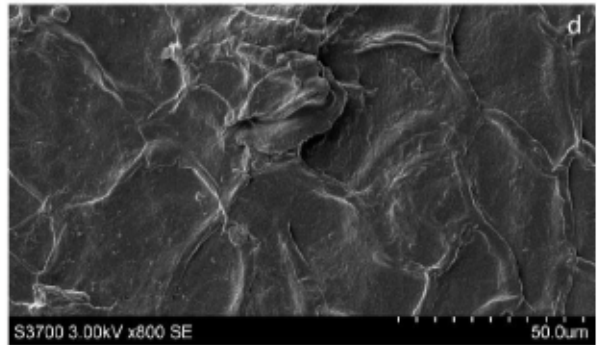
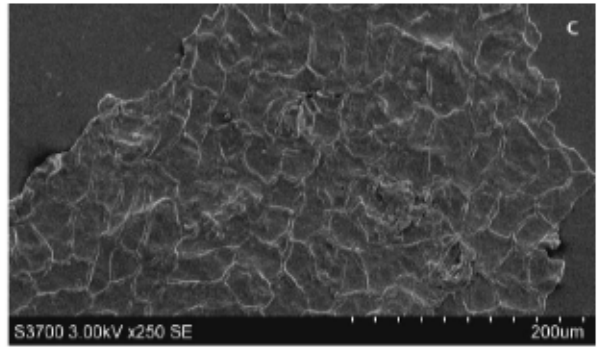
Všechny vyobrazený materiál pochází z paleontologických sbírek Národního muzea.



## Tabule I

### *Sagenopteris variabilis* (Velenovský) Velenovský, Malá Chuchle

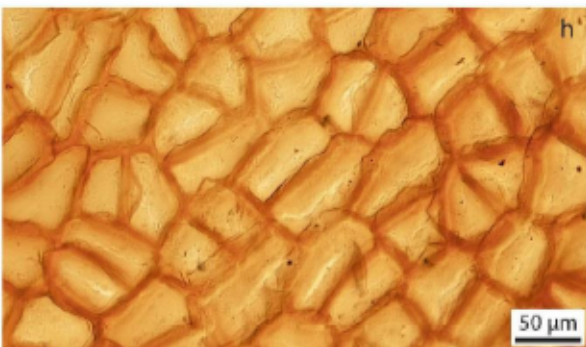
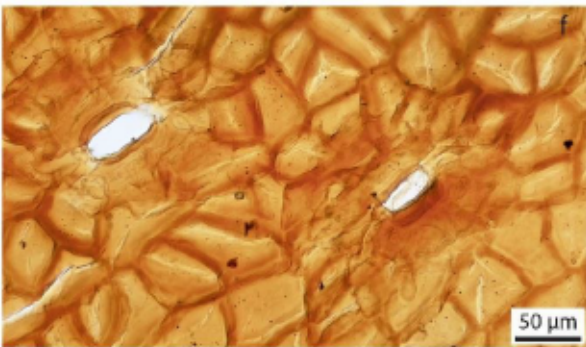
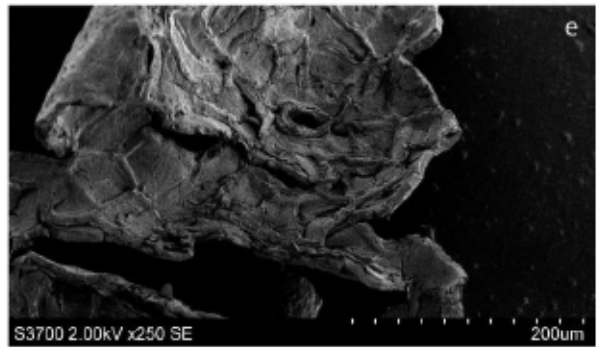
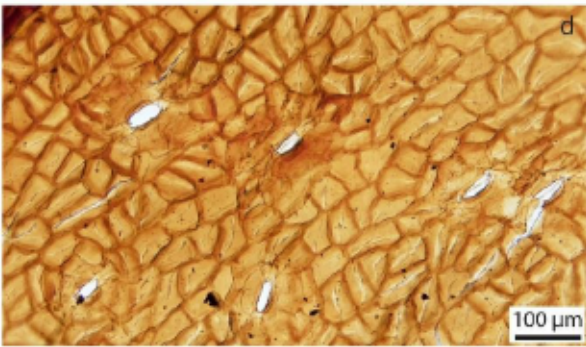
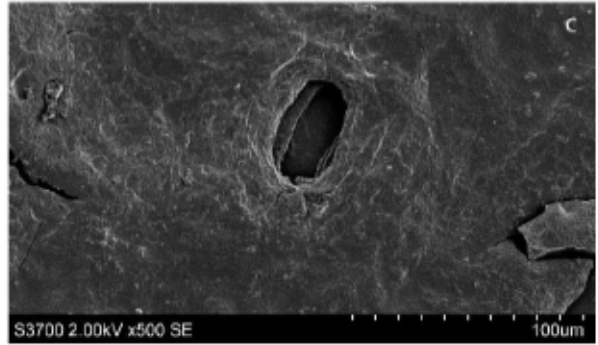
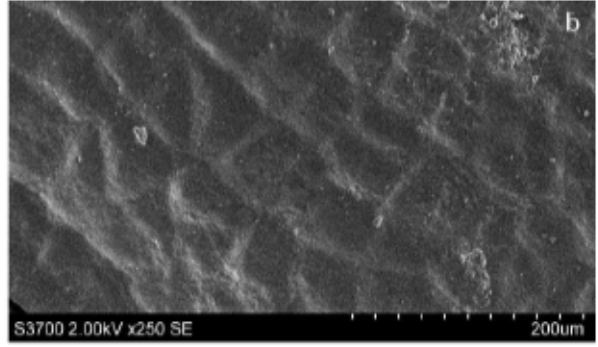
- a. lektotyp F 237, celokrajný, vejčitý listový úkrojek s viditelnou žilnatinou (Velenovský 1885a, pl. 2, fig. 1);
- b. vejčitý úkrojek se zachovanou kutikulou, F 2267;
- c. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s viditelnými průduchy a mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, SEM, F 2265;
- d. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail haplocheilního průduchu, SEM, F 2265;
- e. abaxiální kutikula s viditelnými zónami kostálních a interkostálních buněk, LM, zvětšení 20x, F 2265;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail haplocheilního průduchu, SEM, F 2265;
- g. abaxiální kutikula s průduchy, LM, zvětšení 40x, F 2265;
- h. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s viditelným zvětšeným valem, SEM, F 2265;
- i. vnitřní povrch adaxiální kutikuly ukazující mírně zvlněné antiklinální stěny, SEM, F 2267;
- j. vnější povrch abaxiální kutikuly s papilózními periklinálními stěnami normálních buněk, SEM, F 2267.



## Tabule II

*Pseudoctenis babinensis* J. Kvaček, Pecínov, jednotka 1, F 4597

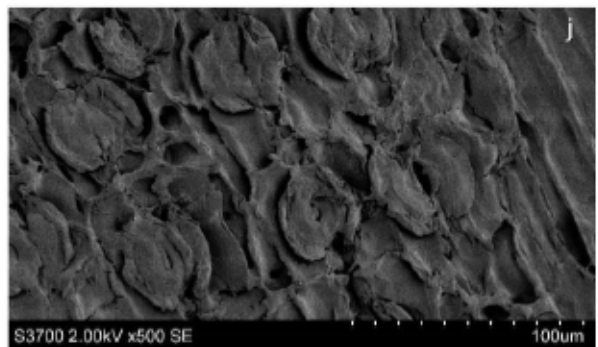
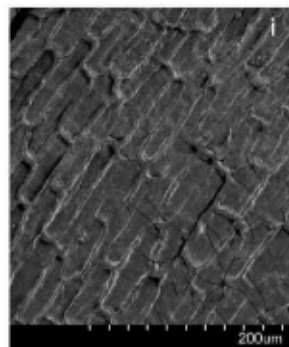
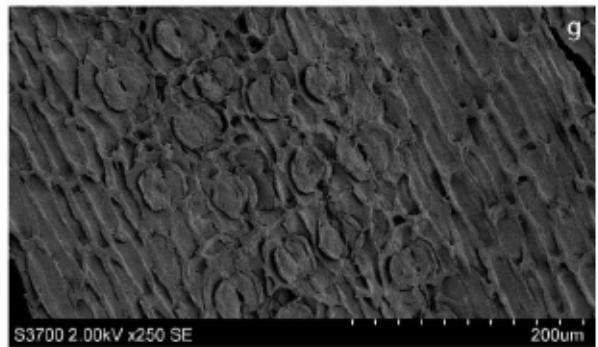
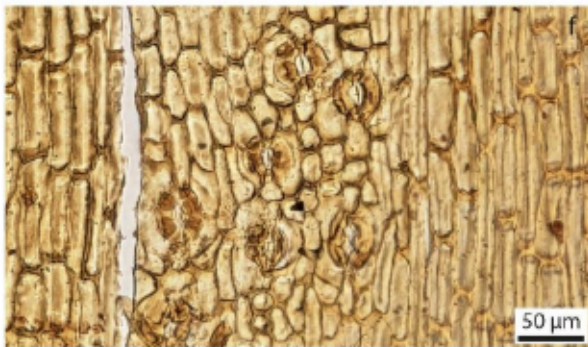
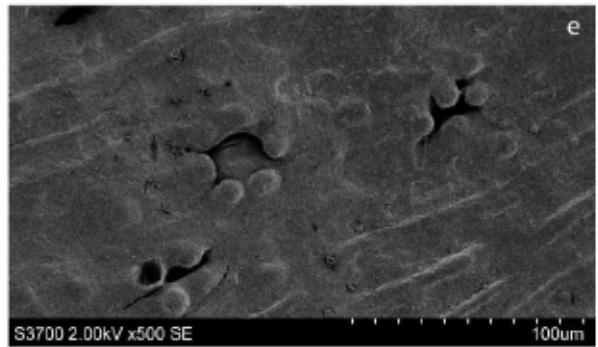
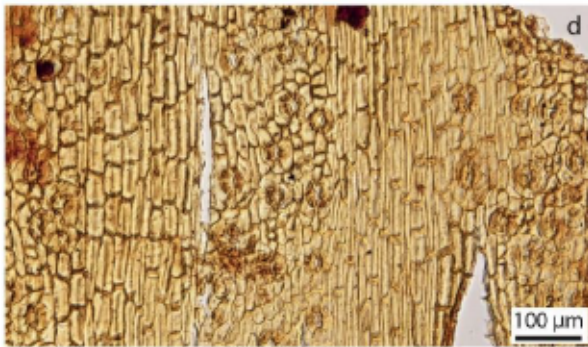
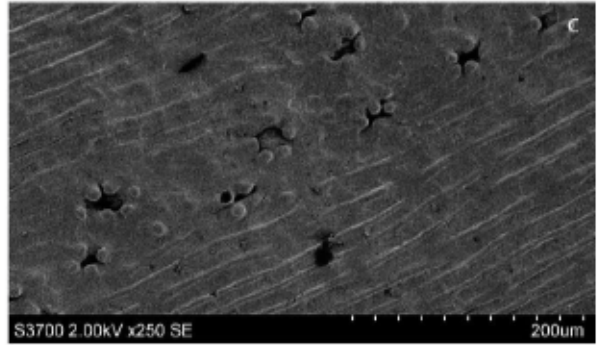
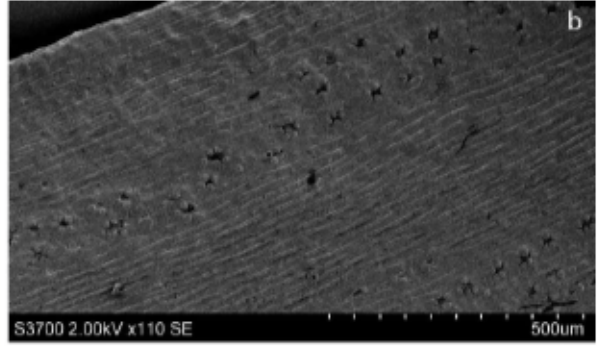
- a. celokrajný fragment úkrojku listu s paralelní žilnatinou s žilkami rovnoběžnými s okrajem listu;
- b. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s viditelnými rovnými až zahnutými antiklinálními stěnami normálních buněk, SEM;
- c. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s mírně zvětšeným valem okolo průduchu, SEM;
- d. abaxiální strana s viditelnými průduchy osami orientovanými paralelně a šikmo k okraji listu, LM, zvětšení 20x;
- e. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, SEM;
- f. abaxiální kutikula s detailem haplocheilních průduchů a normálními buňkami s rovnými až zahnutými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x;
- g. vnitřní strana abaxiální kutikuly s viditelným haplocheilním průduchem, SEM;
- h. adaxiální kutikula s viditelnými rovnými až zahnutými antiklinálními stěnami normálních buněk, LM, zvětšení 40x;
- i. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s detailem haplocheilního průduchu ukazují výrazný lišty svěřacích buněk, SEM.



### Tabule III

*Zamites mirovanae* sp. nov., Pecínov, jednotka 1, holotyp F 4598

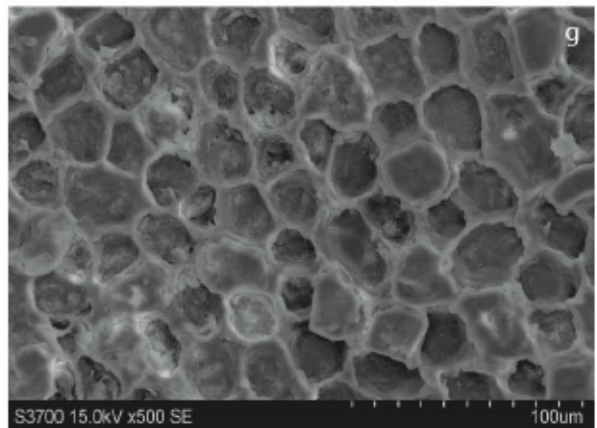
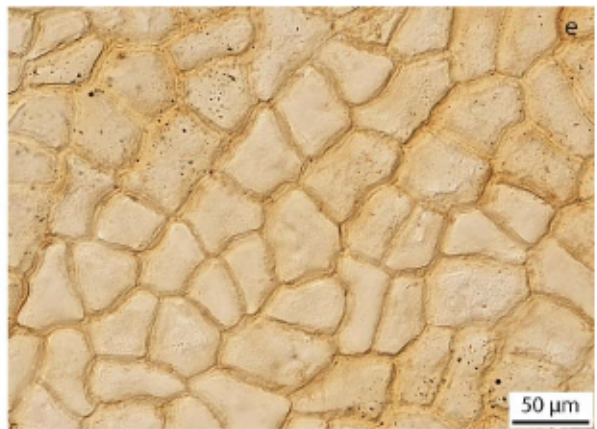
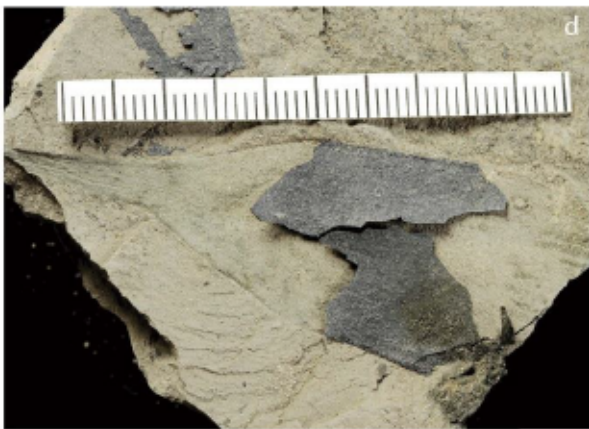
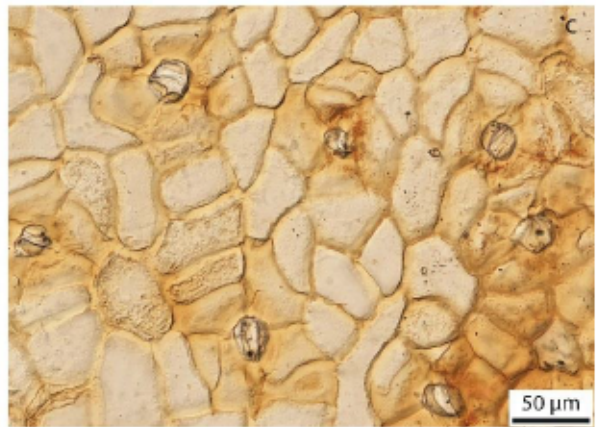
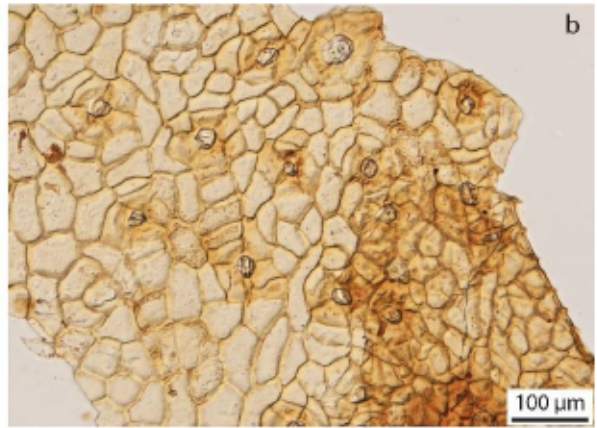
- a. fragment úkrojku listu blízko báze;
- b. vnější povrch abaxiální kutikuly s viditelnými pásy průduchů, SEM;
- c. vnější povrch abaxiální kutikuly, jednotlivé průduchy jsou obklopeny papilami, SEM;
- d. abaxiální kutikula s viditelnými pásy kostálních a interkostálních buněk, LM, zvětšení 20x;
- e. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průdychu obklopeného papilami, SEM;
- f. abaxiální kutikula s detailem pásu syndetocheilních průduchů, LM, zvětšení 40x;
- g. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s viditelnými pásy syndetocheilních průduchů, SEM;
- h. adaxiální kutikula ukazující rovné antiklinální stěny normálních buněk, LM, zvětšení 40x;
- i. vnitřní povrch adaxiální kutikuly ukazující rovné antiklinální stěny normálních buněk, SEM;
- j. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s viditelnými syndetocheilními průduchy, osy průduchů orientované paralelně s okrajem listu, SEM.



#### Tabule IV

*Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček, Pecínov, jednotka 3

- a. holotyp F 03, jednoduchý, celokrajný, kopinatě obvejčitý list s paralelní žilnatinou, žilky se dichotomicky dělí v bazální části listu (Velenovský 1885a, pl.1, fig 8);
- b. abaxiální kutikula s dobře patrnými haplocheilními průduchy, LM, zvětšení 20x, F 4713;
- c. abaxiální kutikula s detailem haplocheilních průduchů s věncem čtyř nebo pěti sousedních buněk, LM, zvětšení 40x, F 4713;
- d. bazální část jednoduchého, kopinatě obvejčitého listu se zachovanou kutikulou, F 4711;
- e. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x, F 4713;
- f. jednoduchý, celokrajný, kopinatě obvejčitý list s dobře patrnou paralelní až vějířovitou žilnatinou, F 4713;
- g. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s viditelnými rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, SEM, F 4724.

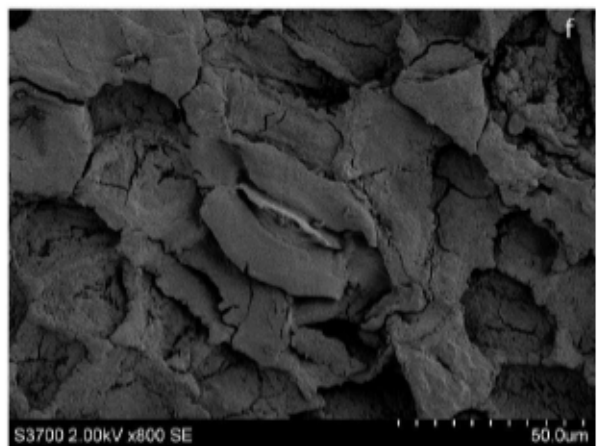
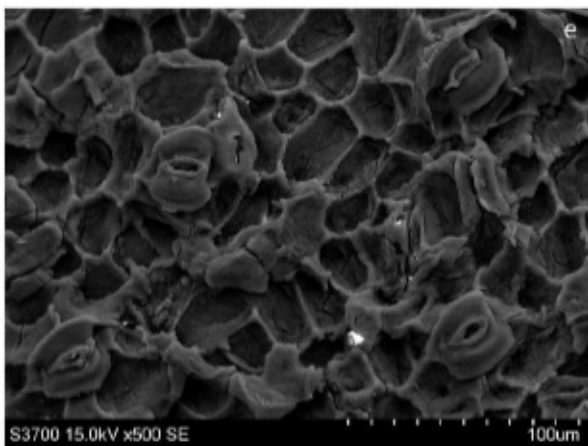
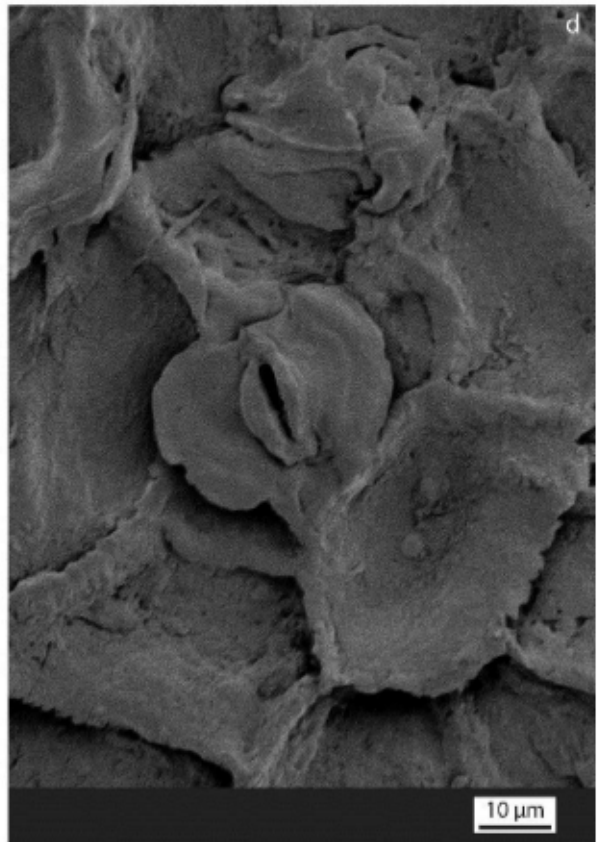
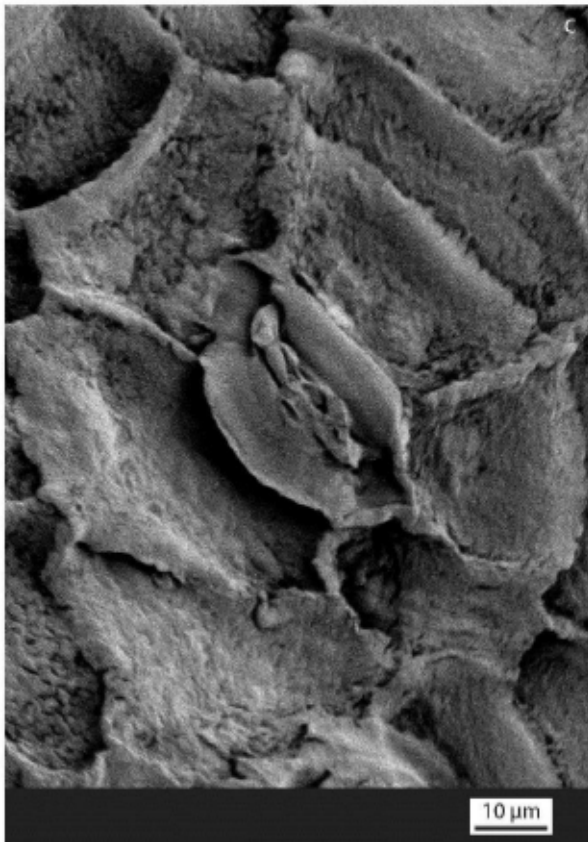
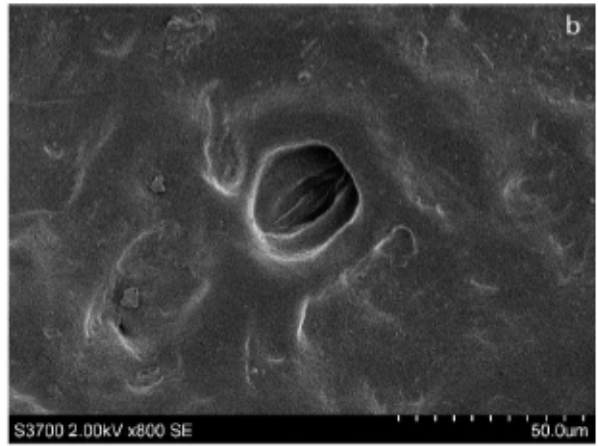
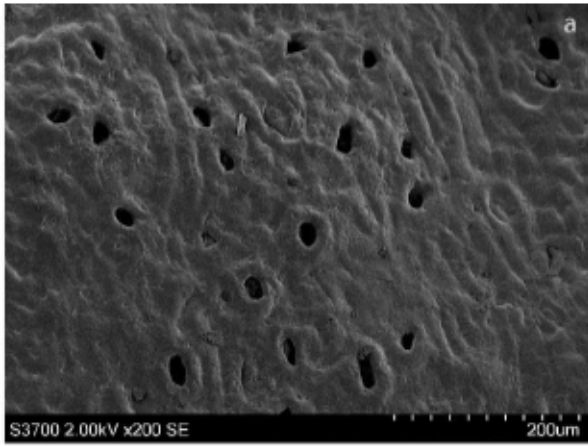




## Tabule V

*Eretmophyllum obtusum* (Velenovský) J.Kvaček, Pecínov, jednotka 3

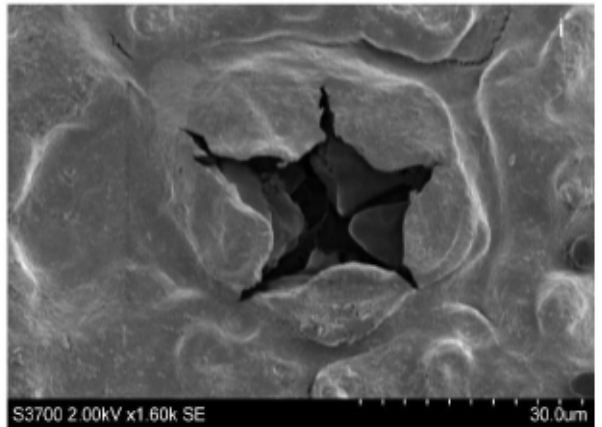
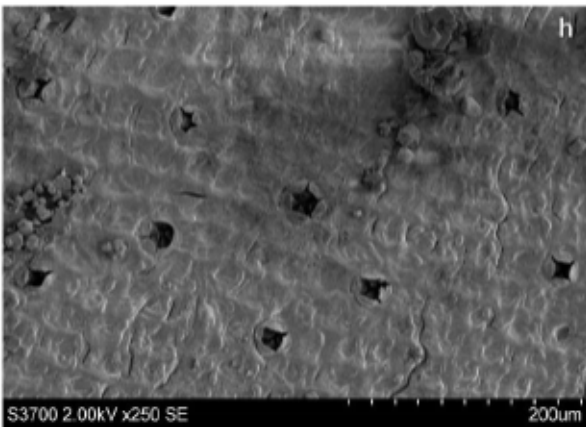
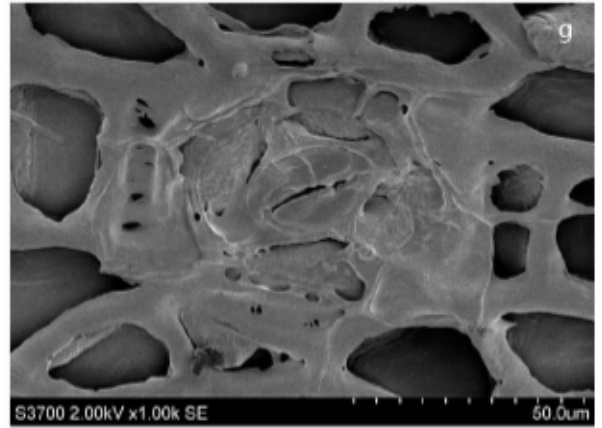
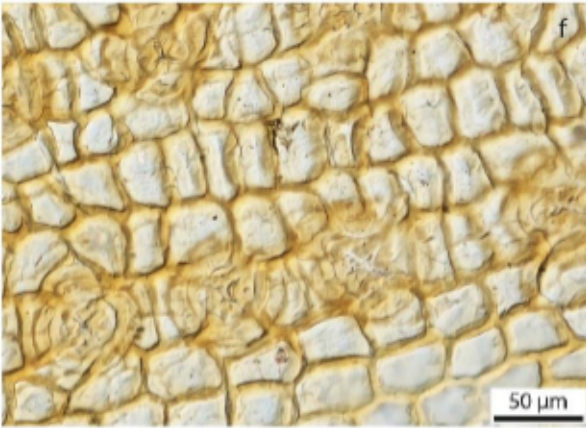
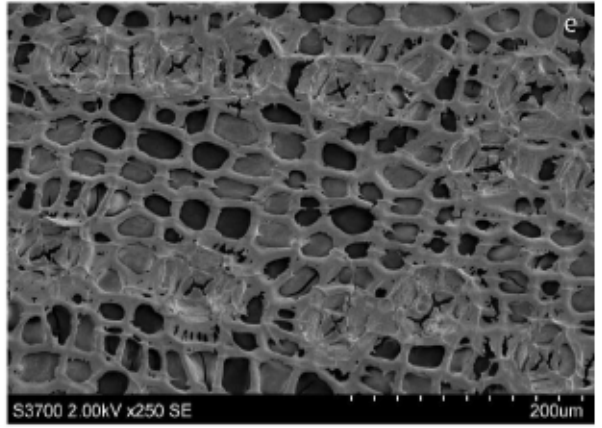
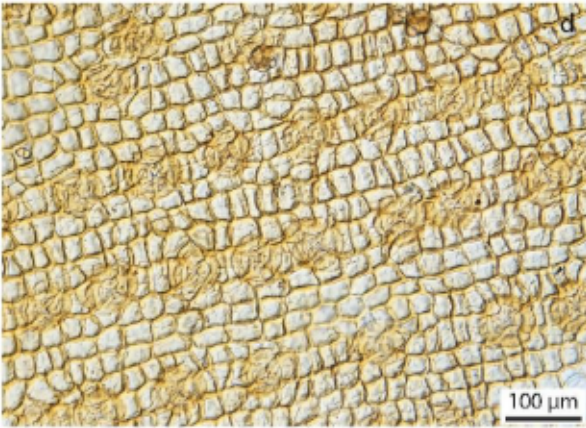
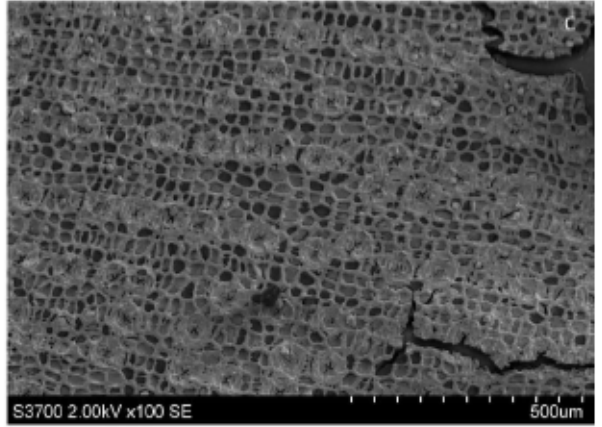
- a. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy, periklinální stěna normálních buněk je zvlněná až vráskovaná, SEM, F 4724;
- b. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s mírně zvýšeným valem, SEM, F 4713;
- c. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail silně kutinizovaného haplocheilního průduchu, SEM, F 4713;
- d. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu, SEM, F 4713;
- e. vnitřní povrch abaxiální kutikuly ukazující průduchy, jejich osy jsou orientovány nahodile, SEM, F 4724;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s protaženými lištami svěřacích buněk, SEM, F 4724.



## Tabule VI

*Frenelopsis alata* (K. Feistmantel) Knobloch, Pecínov, jednotka 3

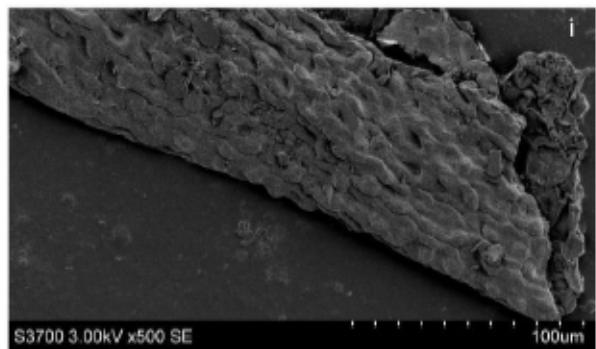
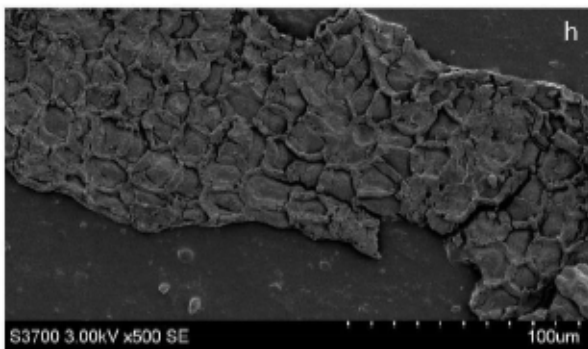
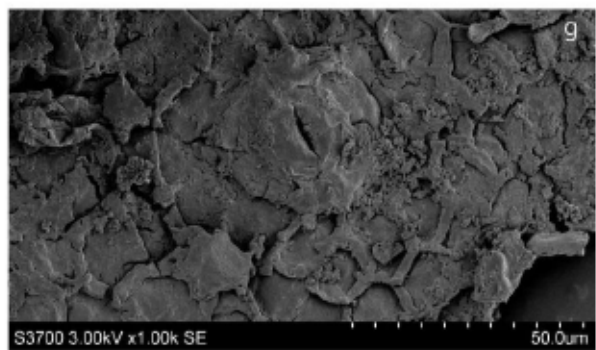
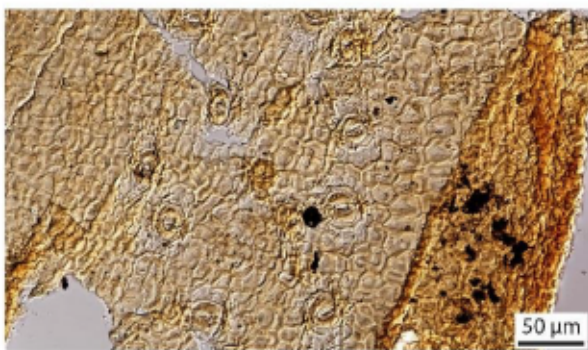
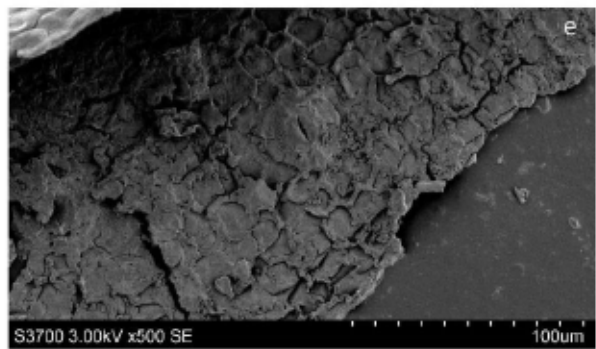
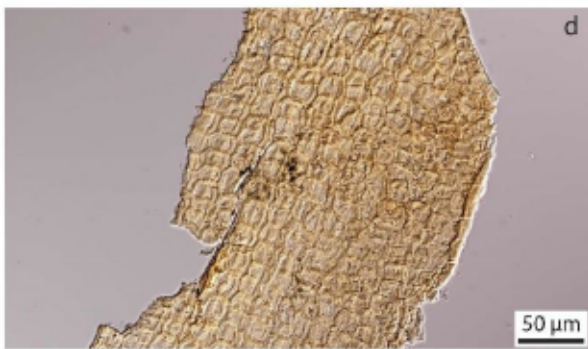
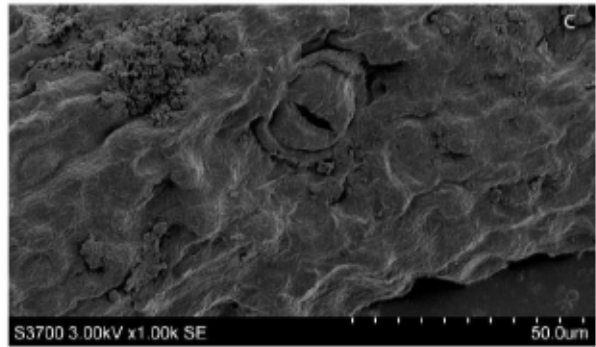
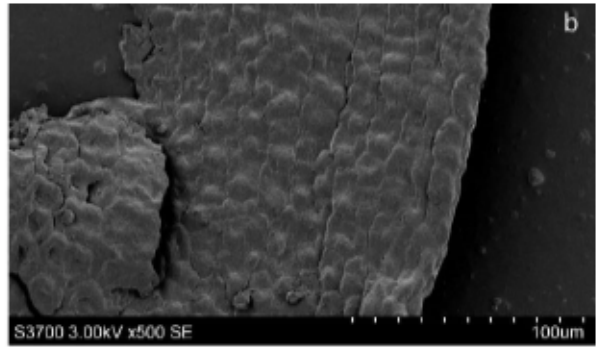
- a. lektotyp F 17, fragment větve druhého řádu, (K. Feistmantel 1881, pl. 7, fig. 1a);
- b. fragment větvící se osy složené z nodů a internodiů tvořených vždy třemi srostlými šupinovitými listy, F 4721, F 4722;
- c. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s viditelnými pásy ponořených průduchů, SEM, F 4721;
- d. abaxiální kutikula s viditelnými pásy ponořených průduchů, LM, zvětšení 20x, F 4721;
- e. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail průduchů v pásích, SEM, F 4721;
- f. abaxiální kutikula s detailem pásu průduchů, LM, zvětšení 40x, F 4721;
- g. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s viditelnou osou průduchu a sousedními buňkami, SEM, F 4722;
- h. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy uspořádanými do pásů a zvlněnou periklinální stěnou normálních buněk, SEM, F 4722;
- i. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu s viditelnými vnitřní i vnějšími papilami, SEM, F 4722.



## Tabule VII

*Pseudoasterophyllites cretaceus* O.Feistmantel ex Velenovský, Pecínov, jednotka 3, epityp F 3605cd (Kvaček *et al.* 2016, p. 1348, figs. c-f)

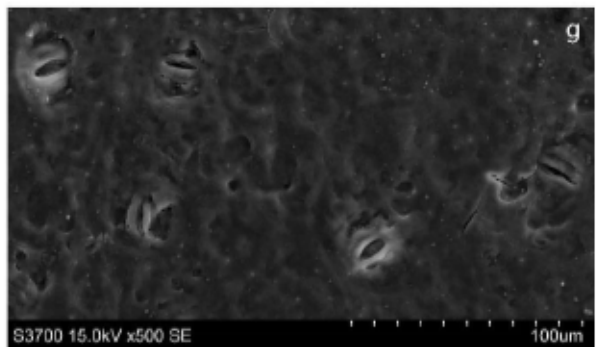
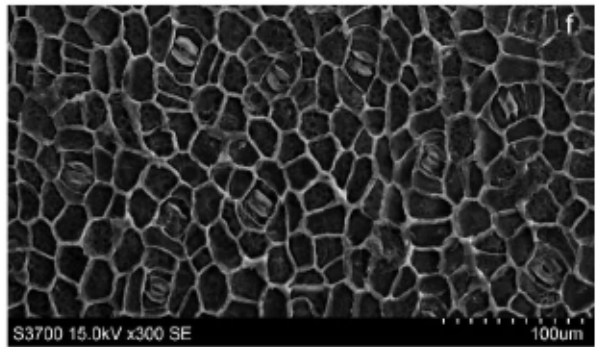
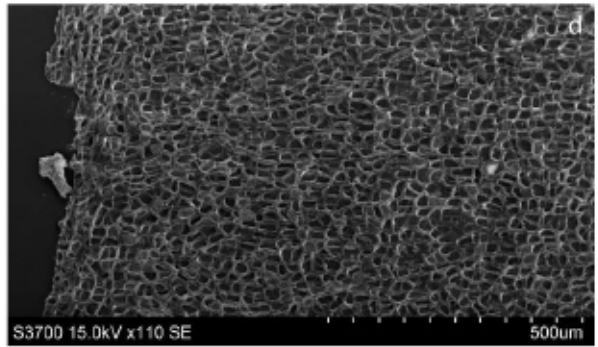
- a. větvící se osy složené z nodů a internodií se vstřícnými celokrajnými, čárkovitými listy seskupenými do zdánlivých přeslenů;
- b. vnější povrch adaxiální kutikuly s papilózními, zvlněnými periklinálními stěnami normálních buněk, SEM;
- c. vnější povrch abaxiální kutikuly s detailem paracytního průduchu s kutinizovaným valem, SEM;
- d. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami normálních buněk, LM, zvětšení 40x;
- e. vnitřní povrch abaxiální kutikuly se stefanocytním průduchem, rovné až mírně zvlněné antiklinální stěny normálních buněk, SEM;
- f. abaxiální kutikula s pásy paracytních a stefanocytních průduchů, LM, zvětšení 40x;
- g. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail stefanocytního průduchu, SEM;
- h. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami normálních buněk, SEM;
- í. vnější povrch abaxiální kutikuly se zvlněnými až papilózními periklinálními stěnami normálních buněk, SEM.



## Tabule VIII

*Eucalyptolaurus* sp., Pecínov, jednotka 1

- a. celokrajný, podlouhle kopinatý listový fragment, F 4690;
- b. abaxiální kutikula s paracytními průduchy s osami převážně orientovanými kolmo na žilku, antiklinální stěny rovné až mírně zvlněné, LM, zvětšení 40x, F 4690;
- c. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x, F 4690;
- d. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, SEM, F 4690;
- e. bazální část celokrajného, podlouhle kopinatého listového fragmentu, F 4702;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s brachyparacytními průduchy s osami většinou stejně orientovanými, SEM, F 4690;
- g. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy obklopenými drobnými valy, SEM, F 4690.

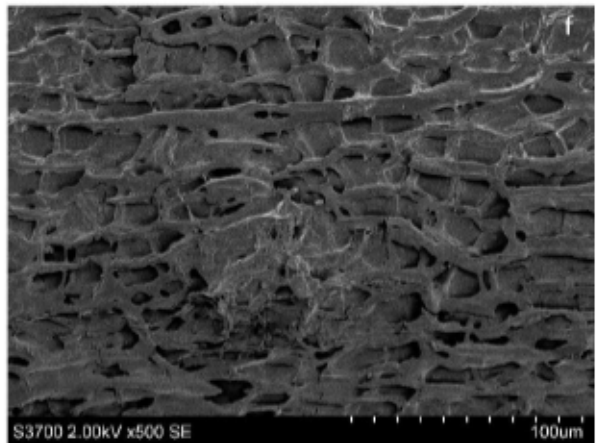
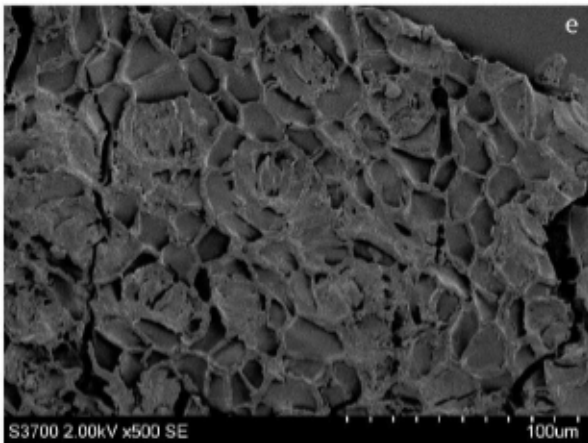
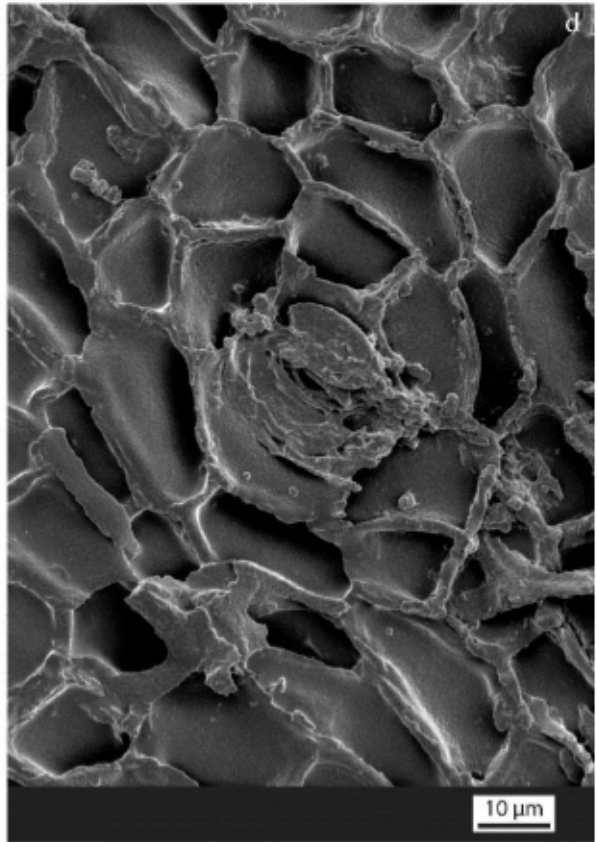
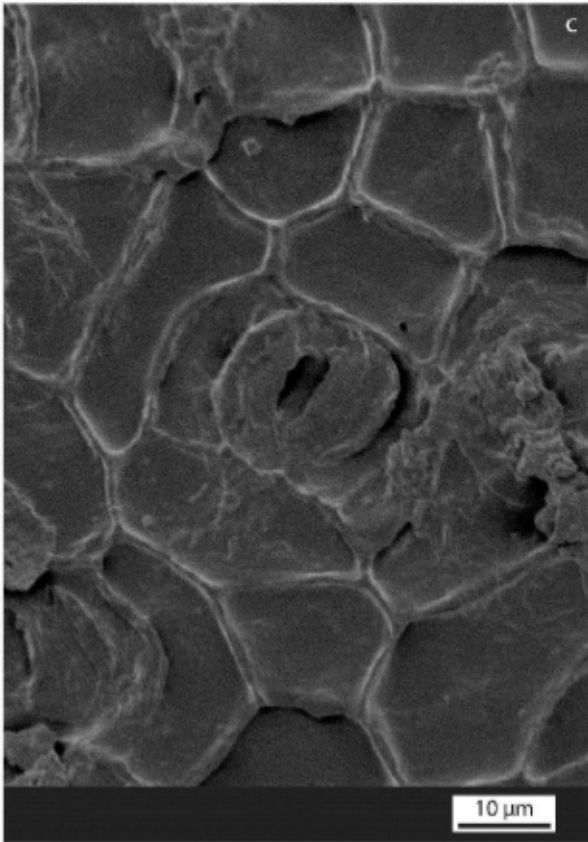
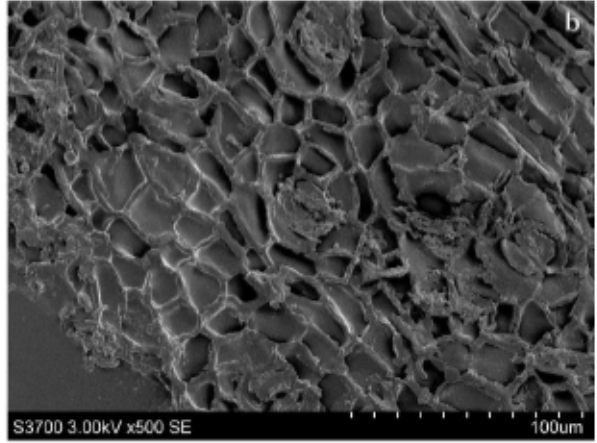
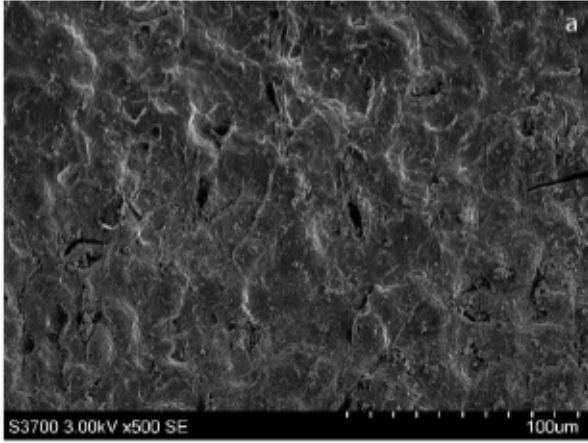




## Tabule IX

*Eucalyptolaurus* sp., Pecínov, jednotka 1

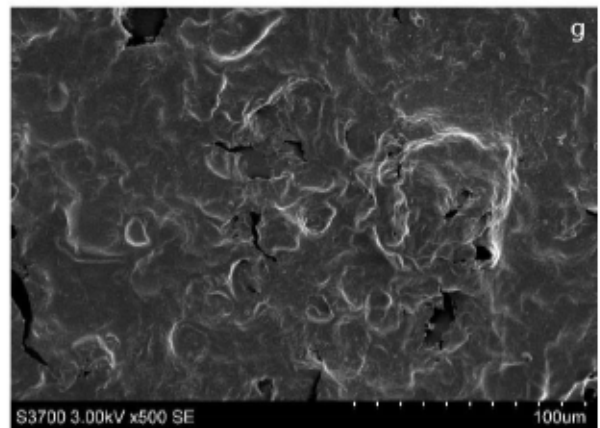
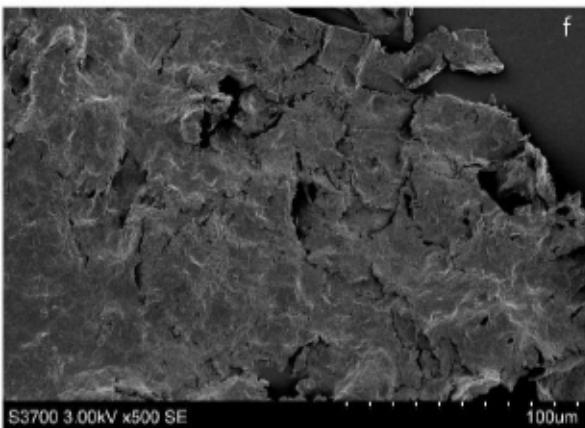
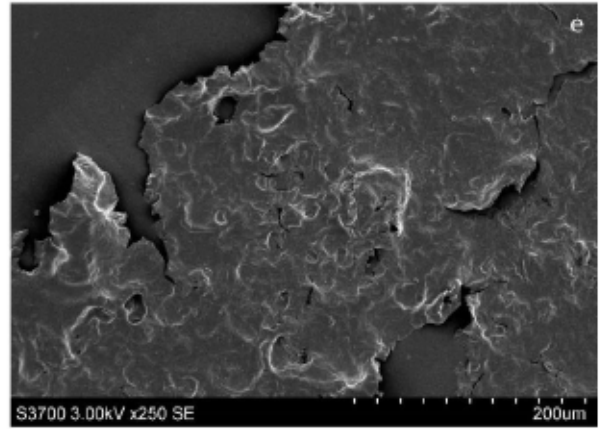
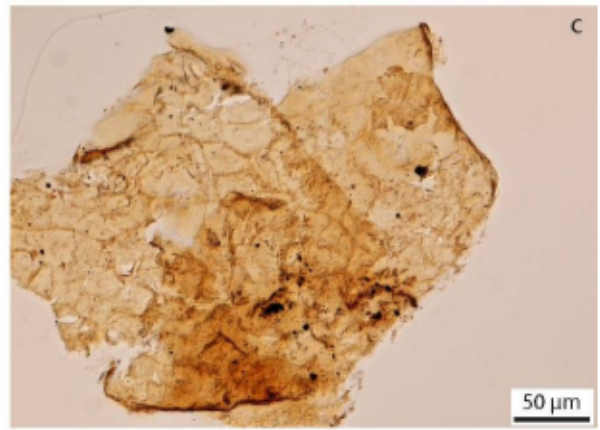
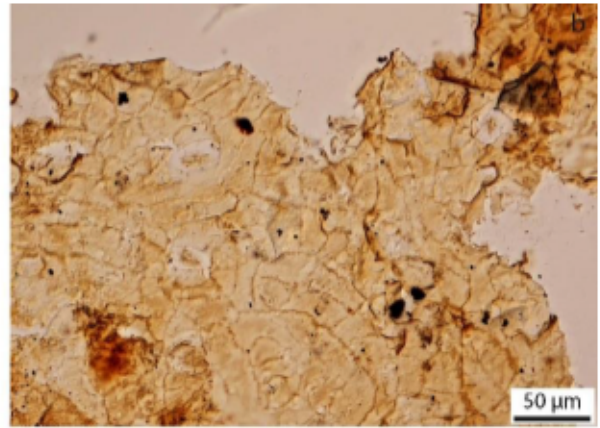
- a. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy s exponovanými svěracími buňkami a zvlněnou periklinální stěnou normálních buněk, SEM, F 4702;
- b. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s paracytními průduchy, antiklinální stěny normálních buněk jsou rovné až mírně zvlněné, SEM, F 4702;
- c. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail brachyparacytního průduchu, SEM, F 4696;
- d. vnitřní povrch abaxiální kutikuly, detail brachy paracytního průduchu, SEM, F 4702;
- e. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s brachyparacytními průduchy, SEM, F 4702;
- f. vnitřní povrch adaxiální kutikuly, antiklinální stěny rovné až mírně zvlněné, SEM, F 4702.



## Tabule X

*Cocculophyllum cinnamomeum* (Velenovský) Velenovský, Pecínov, jednotka 1,

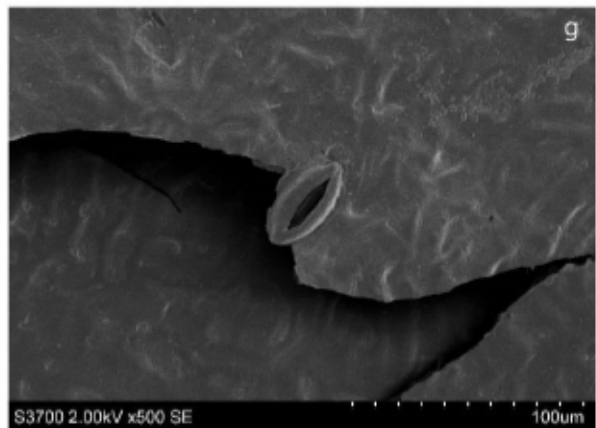
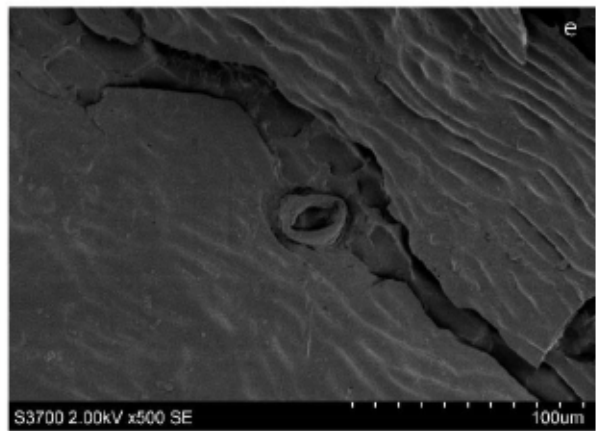
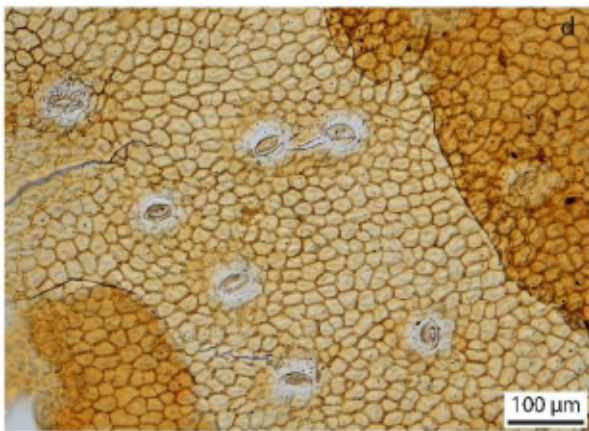
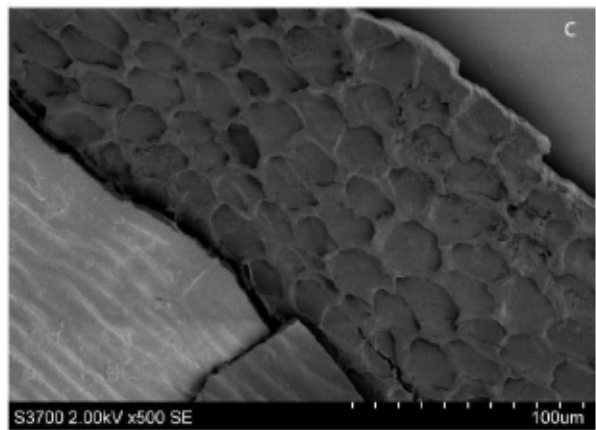
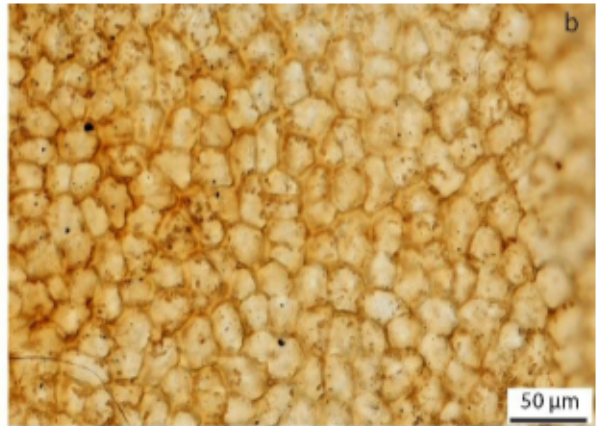
- a. lektotyp F 781, celokrajný list s emarginátní špičkou (Velenovský 1885b, tab. 8, fig. 16);
- b. abaxiální kutikula s viditelnými paracytními a amfiparacytními průduchy s nahodilou orientací, mírně zahnuté antiklinální stěny normálních buněk, LM, zvětšení 40x, F 2518;
- c. adaxiální kutikula s mírně zahnutými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x, F 2518;
- d. detail fragmentu listu, F 2518;
- e. vnější povrch abaxiální kutikuly se zvlněnými periklinálními stěnami normálních buněk, SEM, F 2518;
- f. vnější povrch adaxiální kutikuly s mírně zvlněnými periklinálními stěnami normálních buněk, SEM, F 2518;
- g. vnější povrch abaxiální kutikuly se zvlněnými periklinálními stěnami normálních buněk, SEM, F 2518.



## Tabule XI

*Dicotylophyllum diospyrophyllum* nom. nov., Pecínov, jednotka 3, F 4688

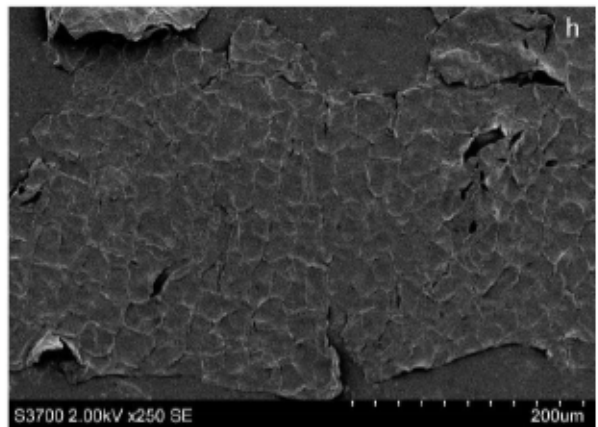
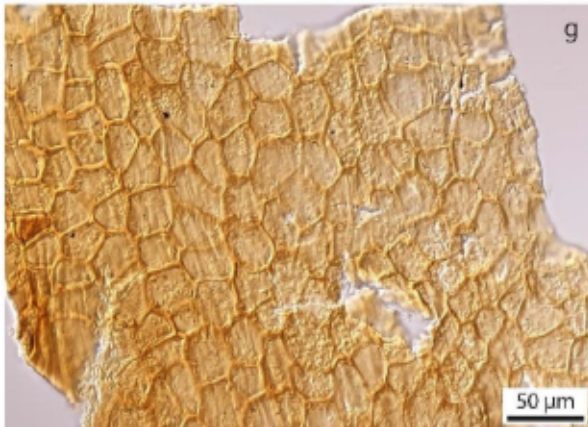
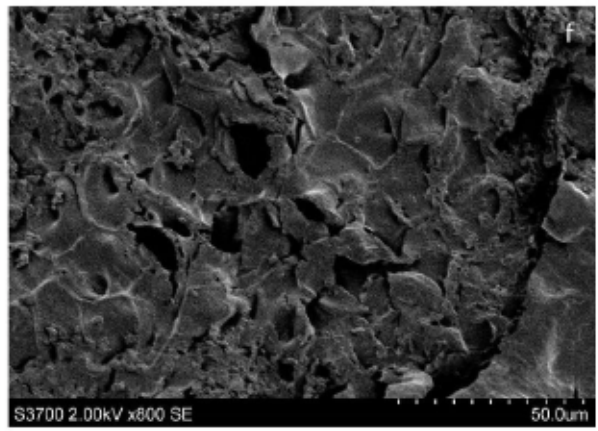
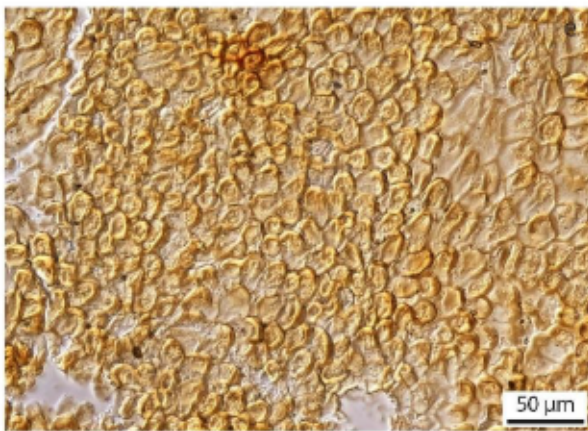
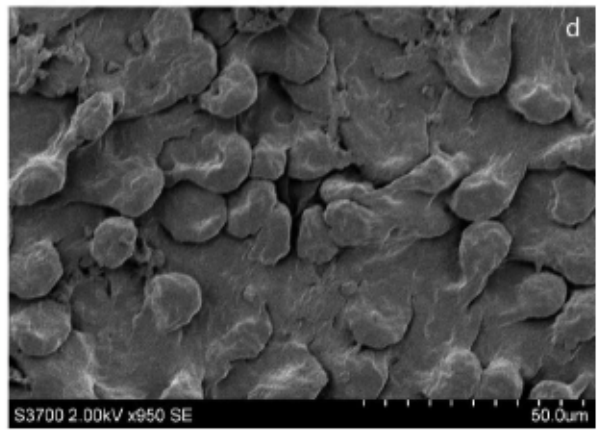
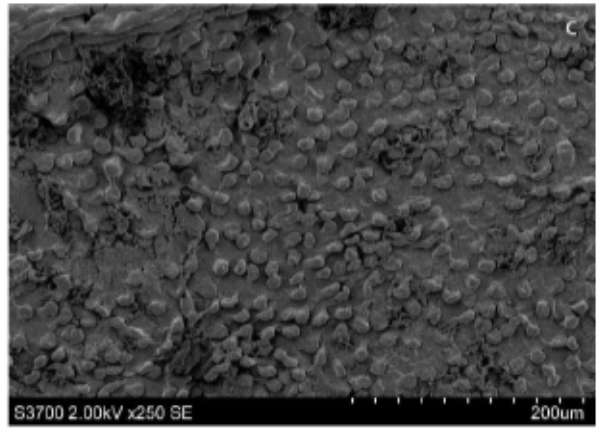
- a. celokrajný, kopinatý list se silným řapíkem;
- b. adaxiální kutikula, antiklinální stěny normálních buněk jsou rovné až mírně zahnuté, LM, zvětšení 40x;
- c. vnitřní strana adaxiální kutikuly s rovnými až zahnutými antiklinálními stěnami normálních buněk, periklinální stěna normálních buněk je mírně zvrásněná (levý spodní roh), SEM;
- d. abaxiální kutikula s dobře patrnými cyklocytními průduchy, LM, zvětšení 20x;
- e. vnější povrch abaxiální kutikuly s detailem průduchu s výrazným valem, periklinální stěna normálních buněk je mírně vráskovaná, SEM;
- f. abaxiální kutikula s detailem cyklocytních průduchů, antiklinální stěny normálních buněk jsou rovné až mírně zahnuté, LM, zvětšení 40x;
- g. vnější povrch abaxiální kutikuly s detailem průduchu s výrazným valem, mírné zvrásnění periklinální stěny normálních buněk, SEM.



## Tabule XII

*Dicotylophyllum labutae*, sp. nov., Pecínov, jednotka 1

- a. holotyp F 4740, podlouhle kopinatý list se zubatým okrajem;
- b. fragment listu se zubatým okrajem, zuby s papilami chloranthoidního typu, F 4741;
- c. vnější povrch abaxiální kutikuly s převážně rovnoměrně rozmístěnými výraznými papilami, SEM, F 4741;
- d. vnější povrch abaxiální kutikuly s výraznými papilami obklopujícími průduchy a zároveň i volně rozmístěné na periklinálních stěnách normálních buněk, SEM, F 4741;
- e. abaxiální kutikula s výraznými papilami, LM, zvětšení 40x, F 4741;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s paracytními a laterocytními průduchy, SEM, F 4741;
- g. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zahnutými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x, F 4741;
- h. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s rovnými až mírně zahnutými antiklinálními stěnami, SEM, F 4741.





### Tabule XIII

*Dicotylophyllum pecinovense* sp. nov., Pecinov, jednotka 2-3

#### Listová variabilita

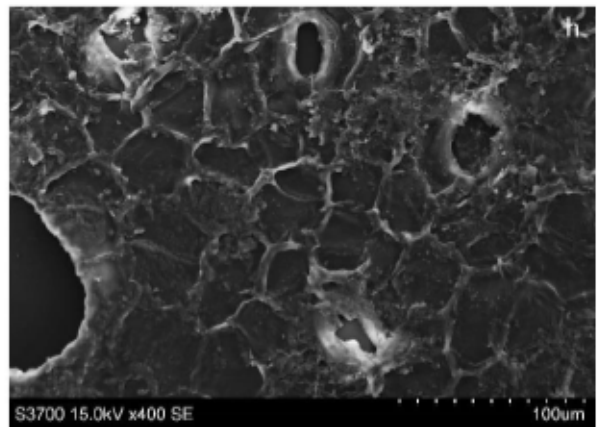
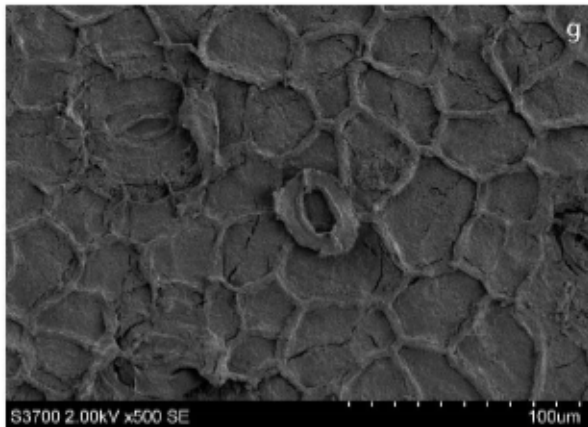
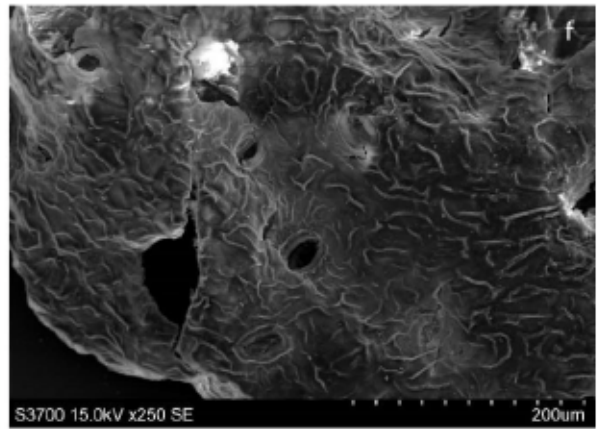
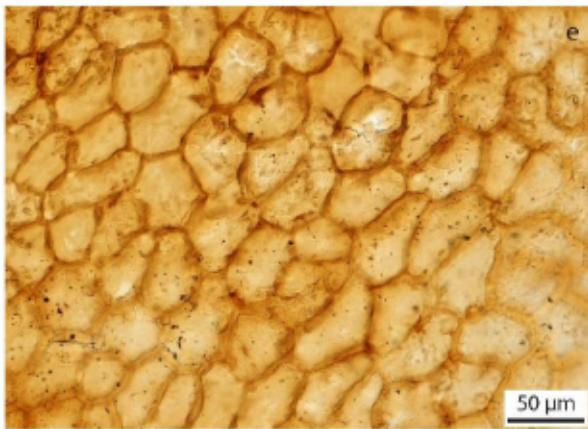
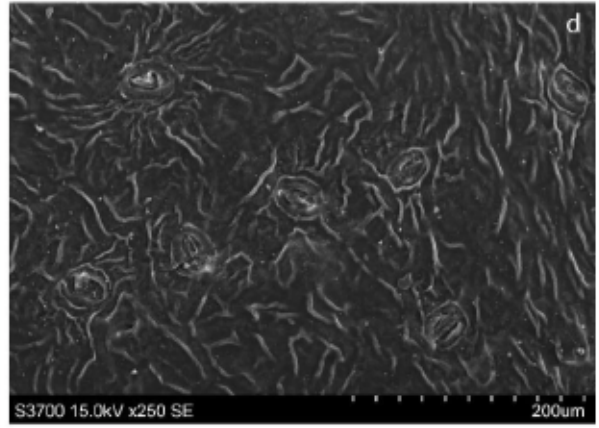
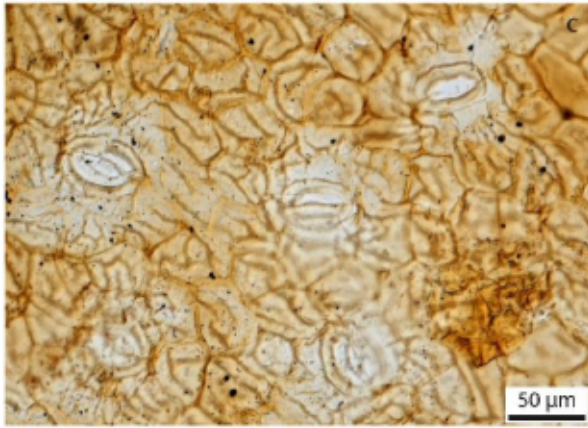
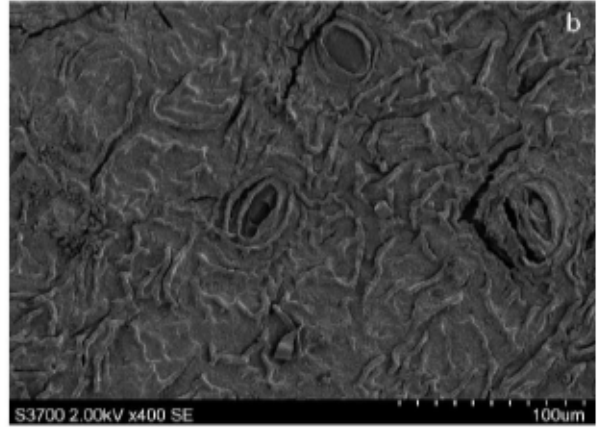
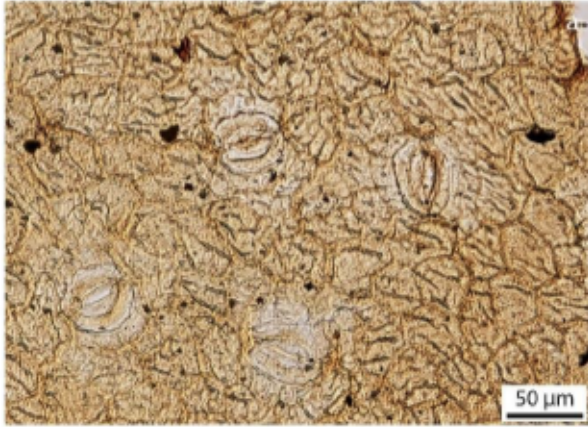
- a. holotyp F 4585, kopinatý list se zubatým okrajem, zuby zaoblené;
- b. lehce zahnutý kopinatý list s mírně zubatým okrajem s klínovitou špičkou a s klínovitouází přecházející v řapík, F 4782;
- c. kopinatý list s asymetrickou čepelí, téměř celokrajný s jemným zoubkováním, špička emarginátní, báze klínovitá, F 4777;
- d. zahnutý kopinatý list se zoubkováním až od poloviny čepele ke špičce, zuby zaoblené, špička i báze klínovitá, F 4776;
- e. kopinatý list se zoubkováním až od druhé třetiny směrem ke špičce, zuby zaoblené, báze klínovitá, mírně asymetrická, F 4591;
- f. kopinatý list se zoubkováním až od druhé třetiny směrem ke špičce, zuby tupě zašpičatělé, báze klínovitá, F 4586;
- g. fragment kopinatého listu, zoubkování po celé délce listového okraje, zuby zaoblené, špička klínovitá, F 4778;
- h. kopinatý list, zoubkování od druhé třetině směrem ke špičce, zuby velmi malé, zaoblené, špička i báze klínovitá, F 4779a.



## Tabule XIV

*Dicotylophyllum pecinovense* sp. nov., Pecinov, jednotka 2-3

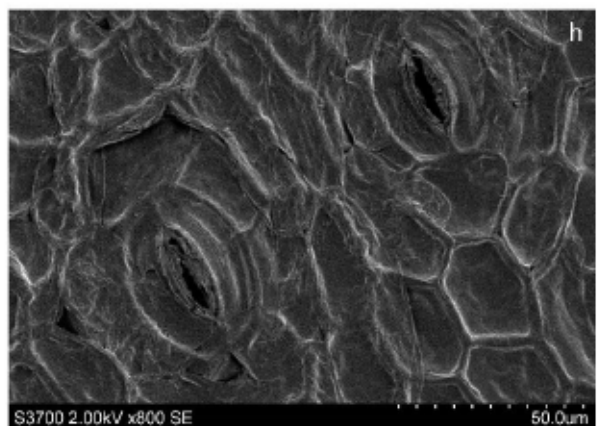
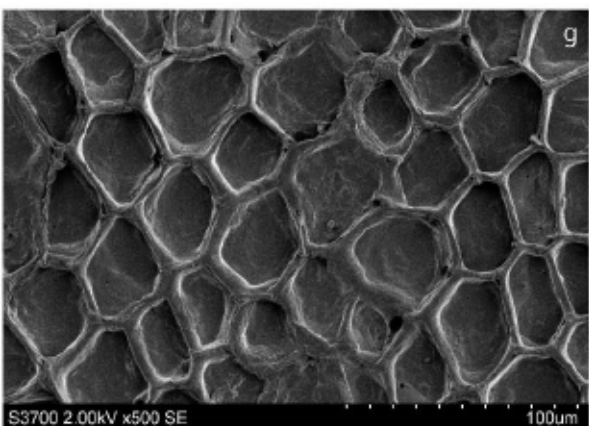
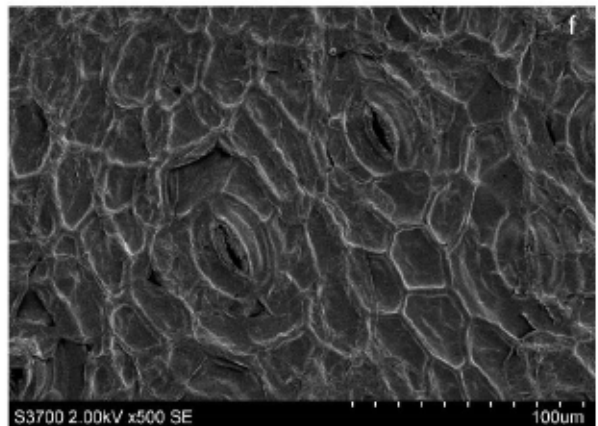
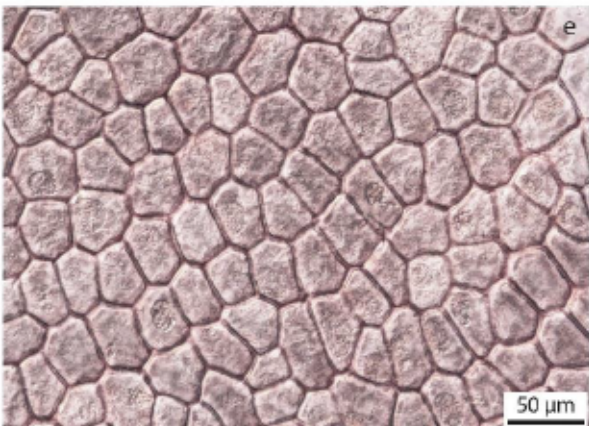
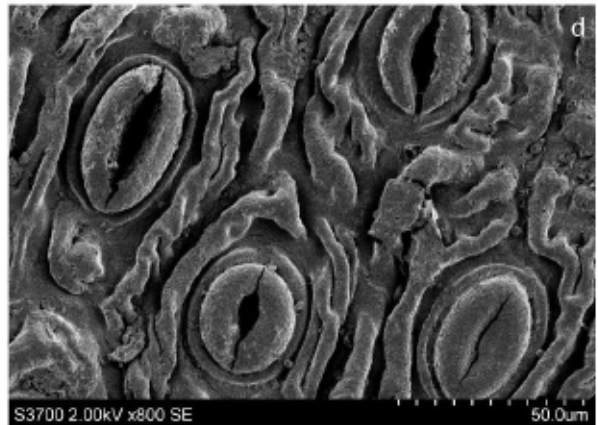
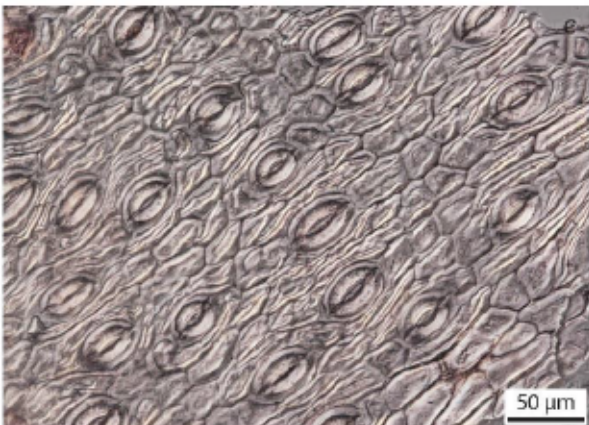
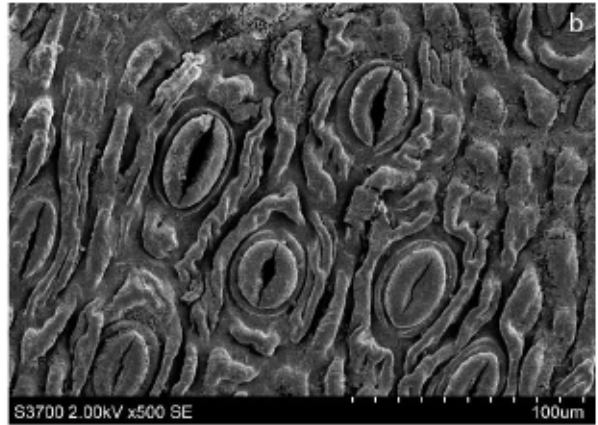
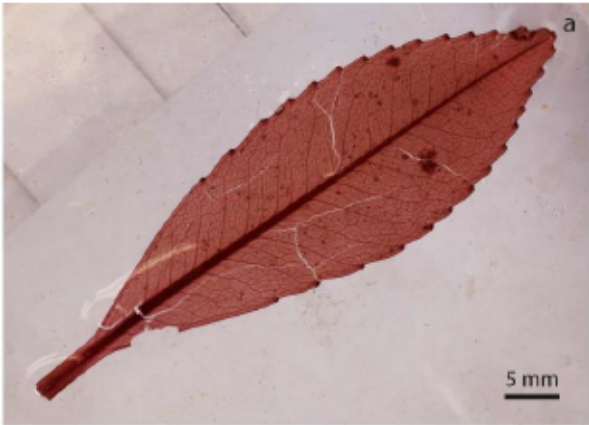
- a. abaxiální kutikula s anomocytními a paracytními průduchy a vráskováním, LM, zvětšení 40x, F 4715;
- b. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy obklopenými valem a výrazným vráskováním, SEM, F 4715;
- c. abaxiální kutikula s anomocytními a paracytními průduchy a výrazným vráskováním, holotyp, LM, zvětšení 40x, F 4585;
- d. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy a výrazným vráskováním uspořádaným místy radiálně kolem průduchu, holotyp, SEM, F 4585;
- e. adaxiální kutikula s rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, holotyp, LM, zvětšení 40x, F 4585;
- f. vnější povrch abaxiální kutikuly s průduchy výrazným valem a vráskováním, holotyp, SEM, F 4585;
- g. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s detailem brachyparacytního a anomocytního průduchu a rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, SEM, F 4715;
- h. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s průduchy a rovnými až mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, holotyp, SEM, F 4585.



Tabule XV

*Ascarina rubricaulis* Solms, coll. Royal Botanic Garden Edinburgh, Nová Kaledonie

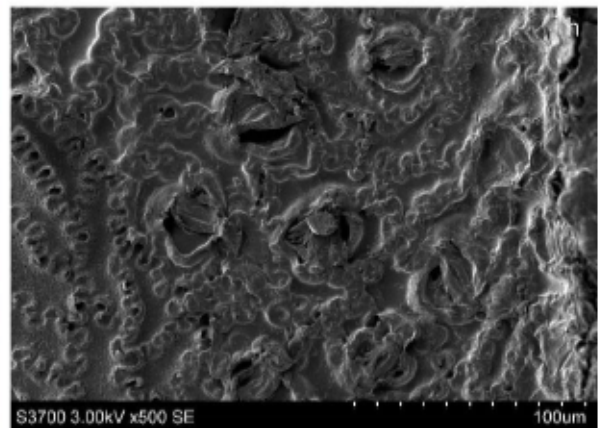
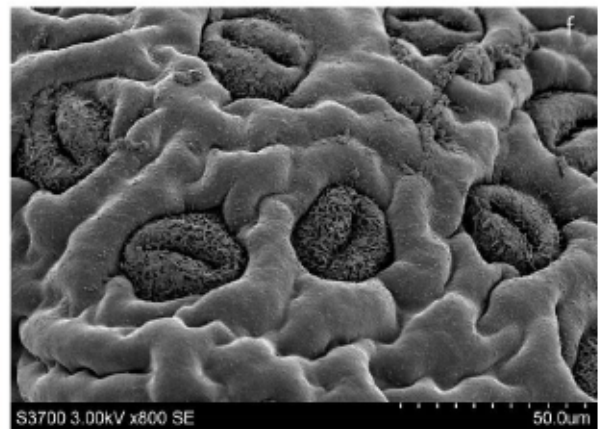
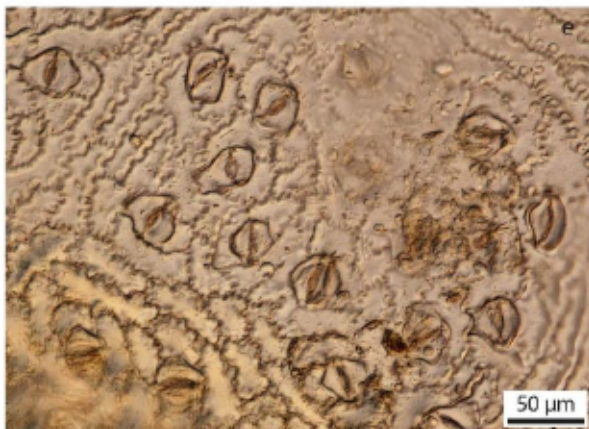
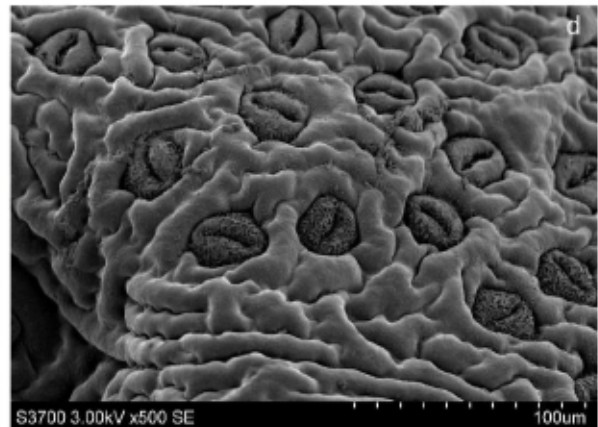
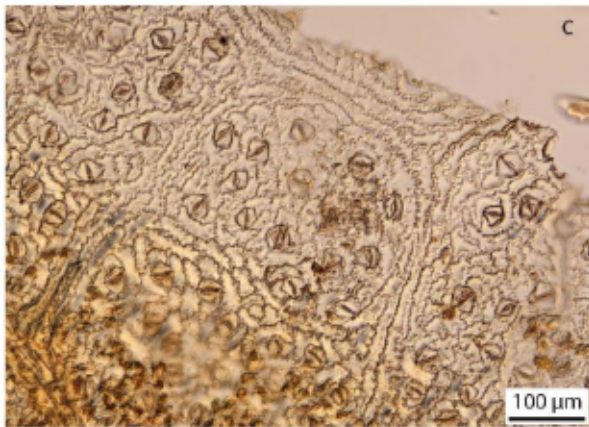
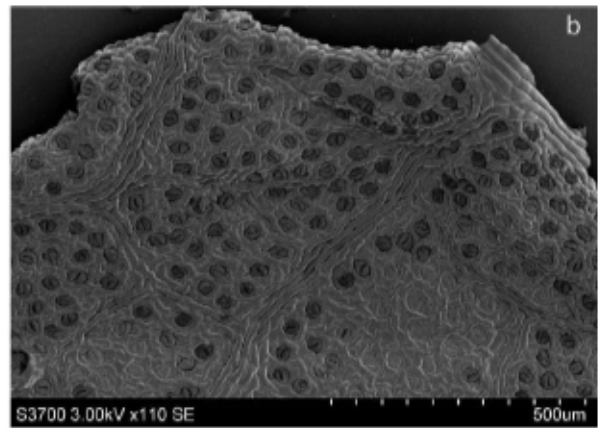
- a. kopinatý zubatý list s výraznými chloranthoidními zuby s papilou;
- b. vnější povrch abaxiální kutikuly s exponovanými průduchy s osami jednosměrně orientovanými, periklinální stěny normálních buněk jsou výrazně vráskované, SEM;
- c. abaxiální kutikula s jednosměrně orientovanými osami průduchů, LM, zvětšení 40x;
- d. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchů s drobným valem a silným vráskováním, SEM;
- e. adaxiální kutikula s rovnými až lehce zahnutými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s cyklocytními a stefanocytními průduchy, antiklinální stěny normálních buněk jsou rovné až lehce zahnuté, SEM;
- g. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s rovnými až lehce zahnutými antiklinálními stěnami normálních buněk, SEM;
- h. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s detailem cyklocytního (vlevo) a stefanocytního (vpravo) průduchu, SEM.



## Tabule XVI

*Laurus nobilis* L. herbářová položka, coll. NM (herbarium B. Fleischer, 1910), Mostar, Bosna-Hercegovina

- a. olistěná větev, listy kopinaté s mírně zvlněnými okraji;
- b. vnější povrch abaxiální kutikuly s kostálními a interkostálními zónami, SEM;
- c. abaxiální kutikula s paracytními průduchy, LM, zvětšení 20x;
- d. vnější povrch abaxiální kutikuly s exponovanými paracytními průduchy s viditelně zvrásněnými periklinálními stěnami normálních buněk, SEM;
- e. abaxiální kutikula s paracytními průduchy, sinusoidně zvlněné antiklinální stěny normálních buněk, LM, zvětšení 40x;
- f. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchů a vráskování, svěrací buňky jsou jemně skulptované, SEM;
- g. adaxiální kutikula se sinusoidně zvlněnými antiklinálními stěnami normálních buněk, LM, zvětšení 40x;
- h. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s viditelnými průduchy a sinusoidně zvlněnými antiklinálními stěnami normálních buněk, SEM.

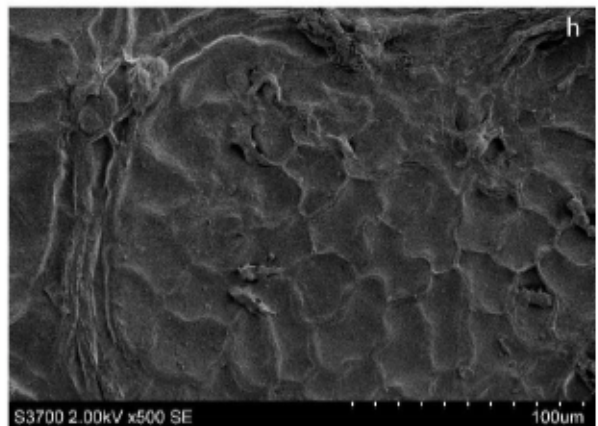
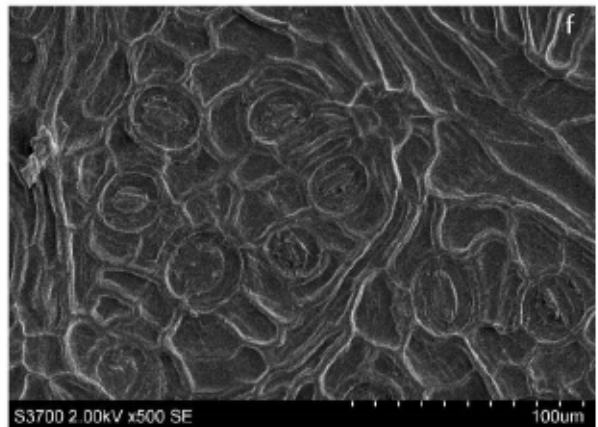
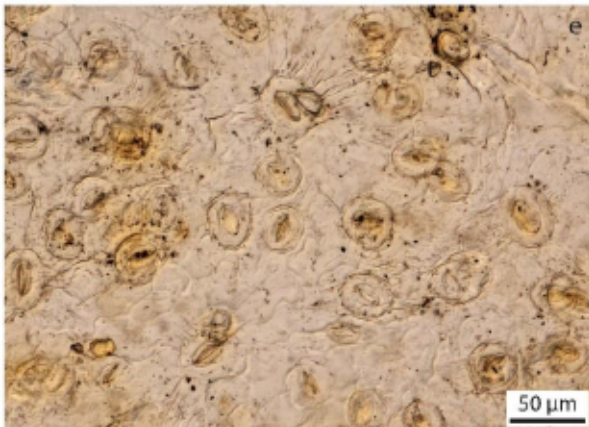
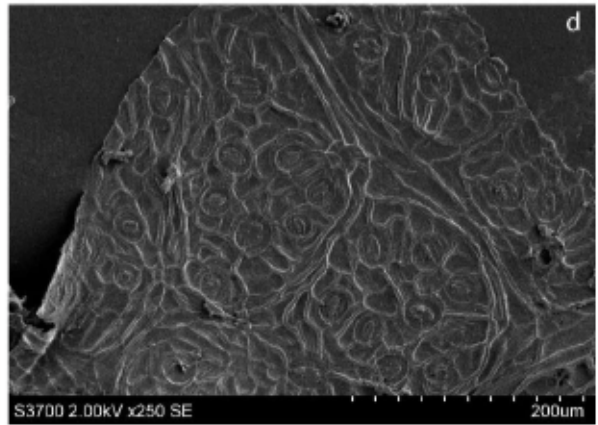
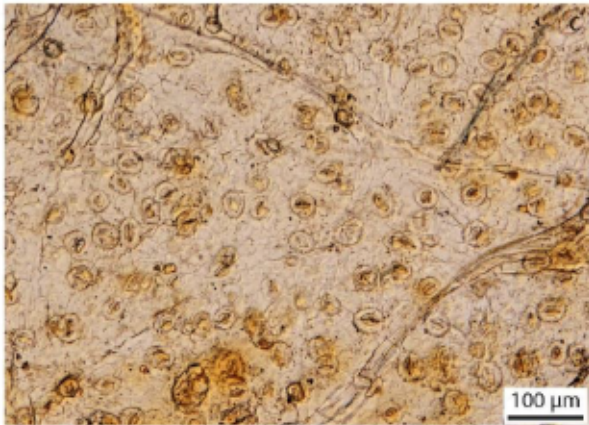
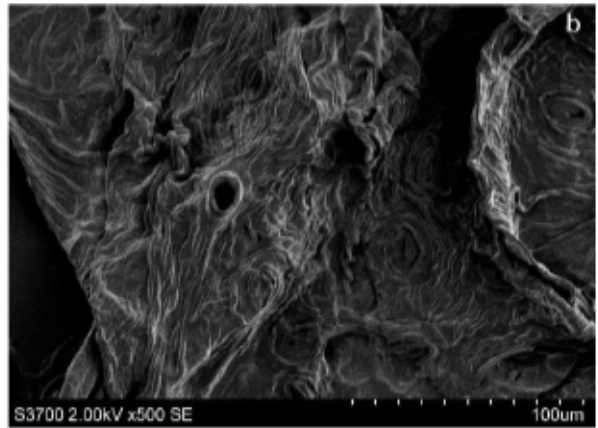




## Tabule XVII

*Platanus acerifolia* (Aiton) Willd, herbářová položka, č. 248643, cult. Praha, coll. NM

- a. olistěná větev s dlanitodílnými listy,
- b. vnější povrch abaxiální kutikuly s trichomovou bází a průduchy, SEM;
- c. abaxiální kutikula s anomocytními a paracytními průduchy, LM, zvětšení 20x;
- d. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s anomocytními a paracytními průduchy, normální buňky interkostální oblasti isodiametrické, v kostální oblasti silně protažené, SEM;
- e. abaxiální kutikula s anomocytními a paracytními průduchy, LM, zvětšení 40x;
- f. vnitřní povrch abaxiální kutikuly s anomocytními a paracytními průduchy, v kostální oblasti je patrná trichomová báze, SEM;
- g. adaxiální kutikula se zvlněnými antiklinálními stěnami, LM, zvětšení 40x;
- h. vnitřní povrch adaxiální kutikuly se zvlněnými antiklinálními stěnami, SEM.



## Tabule XVIII

*Rosmarinus officinalis* L. č. 273682, coll. NM (herbarium Josef Šourek), cult. Praha

- a. větevka se vstřícnými, přisedlými, čárkovitými listy;
- b. detail velkého množství vícebuněčných větvených a žláznatých trichomů na vnější straně abaxiální kutikuly, SEM;
- c. vnější povrch abaxiální kutikuly, detail průduchu, SEM;
- d. abaxiální kutikula s vícebuněčnými větvenými a žláznatými trichomy a diacytními průduchy, LM, zvětšení 40x;
- e. vnitřní povrch adaxiální kutikuly s mírně zvlněnými antiklinálními stěnami, trichomovouází a diacytním průduchem, SEM;
- f. adaxiální kutikula s mírně zvlněnými antiklinálními stěnami a trichomovými bázemi, LM, zvětšení 40x;
- g. vnější povrch adaxiální kutikuly s mírně zvlněnými periklinálními stěnami normálních buněk se žláznatými trichomy, SEM.

