

NOVÁ PALEOBOTANICKÁ DATA PROKAZUJÍ PŮVODNÍ STATUS MODŘÍNU OPADAVÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.) V SEVERNÍCH ČECHÁCH

NEW PALEOBOTANICAL DATA PROVE THE NATIVE STATUS OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.) IN NORTH BOHEMIA

PETR POKORNÝ^{1,2)} ✉ - KRISTÝNA HOŠKOVÁ²⁾ - JINDŘICH PRACH^{1,2)} - PETR ŠÍDA³⁾ - PAVEL BEDNÁŘ⁴⁾

¹⁾Centrum pro teoretická studia, společné pracoviště Univerzity Karlovy a Akademie věd ČR, Jilská 1, 110 00 Praha 1, Czech Republic

²⁾Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, Benátská 2, 128 00 Praha 2, Czech Republic

³⁾Univerzita Hradec Králové, Katedra archeologie FF, náměstí Svobody 331, 500 02 Hradec Králové, Czech Republic

⁴⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: pokorny@cts.cuni.cz

ORCID: P. Pokorný 0000-0001-5193-7133

J. Prach 0000-0002-7628-6020

P. Bednář 0000-0003-1963-9894

ABSTRACT

Using pollen analysis, phytolith analysis and radiocarbon dating of newly discovered sedimentary archives, here we prove the native status of European larch (*Larix decidua* Mill.) in two sandstone rocky areas of north Bohemia (Czech Republic). At the end of the Last Ice Age and at the beginning of the Holocene, European larch was relatively common in Central Europe. In most critical period of the Middle Holocene, it demonstrably retreated to exposed rocky habitats, but did not become completely extinct. In the form of relict populations, it survived locally until the modern era, when non-native larch types were artificially introduced into managed forest stands. Our findings call for a radical rethinking of the approach to larch by both foresters and nature conservation authorities. In the future, it is primarily necessary to search for and protect the remnants of its original gene pool.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: modřín opadavý; paleoekologie; pylová analýza; fytolitová analýza; vývoj lesa; holocén; severočeské pískovce

Key words: European larch; palaeoecology; pollen analysis; phytolith analysis; forest history; Holocene; north Bohemian sandstones; Czech Republic

ÚVOD

Koncept původnosti v populační biologii je problematický, protože stojí a padá s fragmentárními historickými údaji. Ukázkovým příkladem je dosud nedorozšířený problém přirozeného výskytu modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) na území dnešní České republiky (ČR), mezi lesníky a botaniky diskutovaný už bezmála jedno století (DOMIN 1930, 1940; SVOBODA 1938; ŠINDELÁŘ 1967). Získat paleobotanické doklady o někdejším výskytu modřínu je totiž velmi obtížné, a to kvů-

li špatné identifikovatelnosti mikroskopických anatomických struktur dřeva (možné záměně se smrkem), rostlinných opálů – fytolitů a pylových zrn, jejichž produkce je navíc velice nízká (JANKOVSKÁ, POKORNÝ 2015). Na základě rozboru historických pramenů zároveň víme, že naprostá většina našich modřínů byla uměle vysazena v průběhu novověku, a že určitou výjimku představuje ostrov přirozeného výskytu na Bruntálsku a Jesenicku (HERRMANN 1933; KRAUS, RIEDEL 1936; RUBNER 1943; NOŽIČKA 1962; ŠINDELÁŘ 1999). Takový náhled potvrzují též dosavadní fylogeografické výzkumy provedené napříč širší

střední Evropou (WAGNER et al. 2015; DOSTÁLEK et al. 2018; pro nejnovější přehled viz FÉR et al. 2021 a zcela čerstvě též článek M. Pracha et al. 2023 v tomto čísle ZLV). Současní biogeografové proto v případě modřínu opadavého rekonstruují středoevropský areál jako vysoce disjunktivní a dosud nepočítají s přirozeným výskytem této dřeviny na území historických Čech. Hlavní těžiště současného výskytu modřínu přitom nepochybně leží v Alpách (k tomu viz mapu evropského rozšíření modřínu opadavého: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Larix_decidua_range.png)

Dosavadní paleobotanická data z území ČR výše řečené závěry víceméně potvrzovala (JANKOVSKÁ, POKORNÝ 2015; POKORNÝ, ABRAHAM 2021; DUDOVÁ, SZABÓ 2022). Modřín se ve střední Evropě poměrně běžně vyskytoval v lesostepích vrcholného glaciálu až raného holocénu (rámcově 50–10 tisíciletí před současností), a to zejména v nížinách a pahorkatinách. Tento starý výskyt ovšem nelze využít coby argument původnosti, protože původnost odůvodněně vztahujeme k recentu a ke kontinuálnímu přežívání dávných populací. Ve středním holocénu a na počátku holocénu mladšího (7000–3000 let před současností) středoevropský modřín ustoupil pod kompetičním tlakem prudce expandujících listnatých dřevin do vysokých nadmořských výšek Alp a Západních Karpat. Dalšími pozůstatky původního souvislého areálu jsou drobné ostrovy přirozeného výskytu v okolí výše uvedeného Bruntálska a Jesenicka a v Polské nížině. Lze předpokládat, že později se tato světlomilná dřevina začala spontánně šířit v odlesněné kulturní krajině, v novověku pak následovaly umělé výsadby se zdrojem semenného materiálu převážně v Alpách.

POKORNÝ, ABRAHAM (2021) a následně DUDOVÁ, SZABÓ (2022) v nedávných paleobotanických příspěvcích sice spekulovali o reliktním přežívání modřínu v kritickém období středního holocénu na exponovaných stanovištích vnitřních Čech, ale nemohli se opřít o víc než dva konkrétní nálezy pylových zrn v sedimentárních záznamech ze Šumavy (datování 5040 let před současností; *ibid.*) a ze severovýchodní Českomoravské vrchoviny (datování 3490 let před současností; *ibid.*). Vezmeme-li vážně teoretickou úvahu publikace DUDOVÁ, SZABÓ (2022), ale i analogické úvahy předchozí, měli bychom navazující paleobotanický výzkum zacílit právě na exponovaná skalní stanoviště. Jde ovšem o velice náročný úkol, protože na takových exponovaných, a tím pádem suchých místech obecně chybějí organické sedimenty, které by měly šanci rostlinné zbytky konzervovat.

MATERIÁL A METODIKA

Když jsme formulovali dílčí paleobotanické cíle aktuálně řešeného projektu LARIXUTOR (<https://www.poznejmodrin.cz/>; více též v sekci *Aktualita* tohoto čísla ZLV), uvědomili jsme si, že úkol vytčený v předchozím odstavci je sice náročný, ale nikoliv předem ztracený. Ideální terén k dalšímu paleobotanickému výzkumu jsme identifikovali v severočeských pískovcových oblastech, konkrétně v Českém ráji a v Českém Švýcarsku (Labských pískovcích), a to i na základě paralelních výzkumů projektu LARIXUTOR, jako jsou především výzkumy historické a jazykovědné (MEDUNA, PRACH 2021). Exponovaná skalní stanoviště jsou zde v těsném kontaktu s mokřady, které poskytují souvislé rašelinné záznamy se zachovalými rostlinnými zbytky. Navíc tu můžeme počítat s využitím paleobotanických metod výzkumu v nejrůznějších skalních sedimentárních pastečích – pseudokrasových jeskyních a převisích, které jsou vyplněny sedimentárními sledy redeponovaných pískovcových zvětralin a půdních substrátů s částečně dochovanou organickou složkou a se vzácnými nálezy trusu domácích zvířat, která byla v pravěku (prokazatelně již od eneolitu; PRÁKOVÁ et al. 2021) ustájována pod převisy.

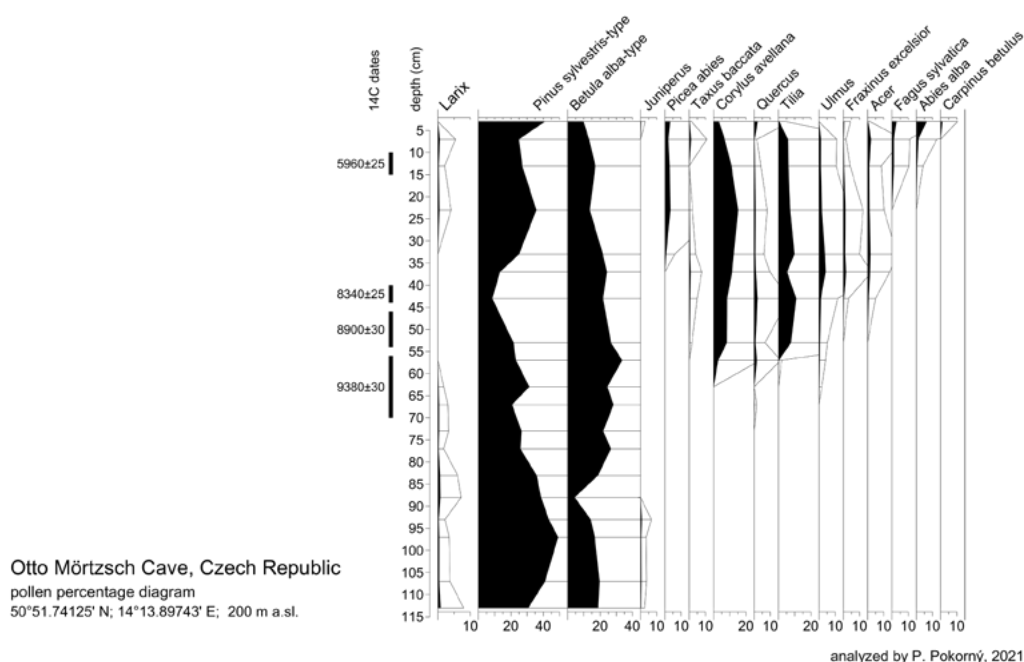
Sedimentární sledy v rašelinných mokřadech a v pseudokrasových dutinách (jeskyních a převisích) jsme vzorkovali pomocí ručních

vrtných zařízení a v ručně kopaných otevřených sondách. Laboratorní přípravu vzorků jsme prováděli standardními metodami určenými pro pylovou analýzu (ERDTMAN 1954) a pro analýzu fytolitů (CABANES 2020). Takto připravené vzorky jsme zkoumali pod optickými světelnými mikroskopy s využitím 200- až 600násobného zvětšení. Absolutní datování nálezu jsme prováděli s pomocí standardní radiouhlíkové (¹⁴C AMS) metody (WAND et al. 1984), kterou jsme aplikovali na zuhelnatělé i nezuhelnatělé organické zbytky nalezené ve zkoumaných sedimentárních sledech.

VÝSLEDKY

Po prozkoumání a analýzách celé řady lokalit ležících uvnitř severočeských pískovcových skalních měst jsme dospěli k pozitivním výsledkům ve čtyřech konkrétních případech:

- (1) Na lokalitě *Jeskyně Otto Mörtsche* (N 50°51,74125'; E 14°13,89743'; obr. 1) jsme ve skalní průrvě situované na hraně labského kaňonu nad obcí Hřensko determinovali pylová zrna modřínu, která podle výsledků radiouhlíkového datování pocházejí z období časného holocénu a rovněž z kritického období holocénu středního (viz ¹⁴C datum 5960 ± 25 BP a biostratigrafický kontext, který tomuto období jednoznačně odpovídá). Za významné zjištění pokládáme skutečnost, že pylová zrna modřínu se tu v období středního holocénu vyskytují ve vrstvách s dominancí listnatých dřevin, zejména s lískou obecnou (*Corylus avellana* L.) a lipami (*Tilia* sp.; bližší druhové určení je na základě pylových zrn obtížné). Tím se potvrzuje nejen datování do středního holocénu, ale i vstupní úvaha o mimořádném významu skalních stanovišť pro přežívání modřínu opadavého.
- (2) Druhou nově objevenou lokalitou s pravěkým výskytem pylových zrn modřínu v Českém Švýcarsku je Okrový převis v Pravčickém dole (N 50°53,05665'; E 14°17,35640'; obr. 2). Výzkum této mimořádně perspektivní archeologické lokality potvrzuje řadu následujících let, takže na tomto místě publikujeme nálezy pouze jako předběžný, nicméně již dnes plně průkazný. Ve vrstvě radiouhlíkově datované do doby bronzové (3474 ± 21 BP) bylo v průběhu orientačních pylových analýz nalezeno výborně dochované pylové zrno modřínu (obr. 3) jako součást pylového spektra, jemuž dominuje borovice a jedle.
- (3) V rašelinném ložisku Maják, situovaném ve skalní oblasti Čertova ruka v Českém ráji (N 50°33,41073'; E 15°10,47927'; obr. 4), v poloze přímo pod exponovanými skalními stěnami, jsme zaznamenali průběžný výskyt pylových zrn modřínu po celý střední a mladší holocén. Chronologickou kontrolu v tomto případě poskytuje série osmi radiouhlíkových dat. Opět je tu k dispozici spolehlivý biostratigrafický kontext reprezentovaný příslušným pylovým diagramem (obr. 5). Pylová zrna modřínu se v záznamu vyskytují jak v období s dominancí lísky obecné (*Corylus avellana* L.), lip (*Tilia* sp.) a dubu (*Quercus* sp.; opět bez bližšího druhového určení), tak v období následujícím, kdy stromové vegetaci dominoval buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a jedle bělokora (*Abies alba* Mill.). Pylová křivka modřínu zde není uzavřená, což ukazuje na poměrně vzácný, přesto však průběžný výskyt, přičemž je třeba vzít v potaz velice nízkou pylovou produkci této dřeviny.
- (4) V souvrství pod velkým pískovcovým převisem na lokalitě Velký Mamuták v Českém ráji (N 50°31,10945'; E 15°4,26233') poukázaly fytolitové analýzy zvěřecího trusu na lokální výskyt modřínu v době železné a v raném středověku (dle naměřených radiokarbonových dat 2575 ± 30; 2060 ± 30 a 1930 ± 30 BP; podrobnosti k nálezům zvěřecího trusu, datování a dalším nálezovým okolnostem viz PRÁKOVÁ et al. 2021). V 11 vzorcích bylo nalezeno

**Obr. 1.**

Pylový diagram z lokality Jeskyně Otto Mörtzsch. Zobrazeny jsou pouze hlavní lesní dřeviny. Procentické vyjádření výskytu jednotlivých taxonů je založeno na celkové sumě pylu terestrických cévnatých rostlin (AP+NAP=100%)

Fig. 1.

Pollen diagram from the Otto Mörtzsch Cave site. Only the main forest trees are shown. The percentage expression of the occurrence of individual taxa is based on the total amount of pollen of terrestrial vascular plants (AP+NAP=100%)

**Obr. 2.**

Okrový převis v Pravčickém dole v NP České Švýcarsko na počátku výzkumu v květnu 2023. V mocném sedimentárním sledu pod mohutným, k jihu orientovaným převisem se výborně dochovávají organické zbytky. Plánovaný výzkum této mimořádné lokality jistě přinese cenné informace o postglaciálním vývoji vegetace a o vlivu pravěkého osídlení na krajinu v suché části environmentálního gradientu (Foto P. Pokorný)

Fig. 2.

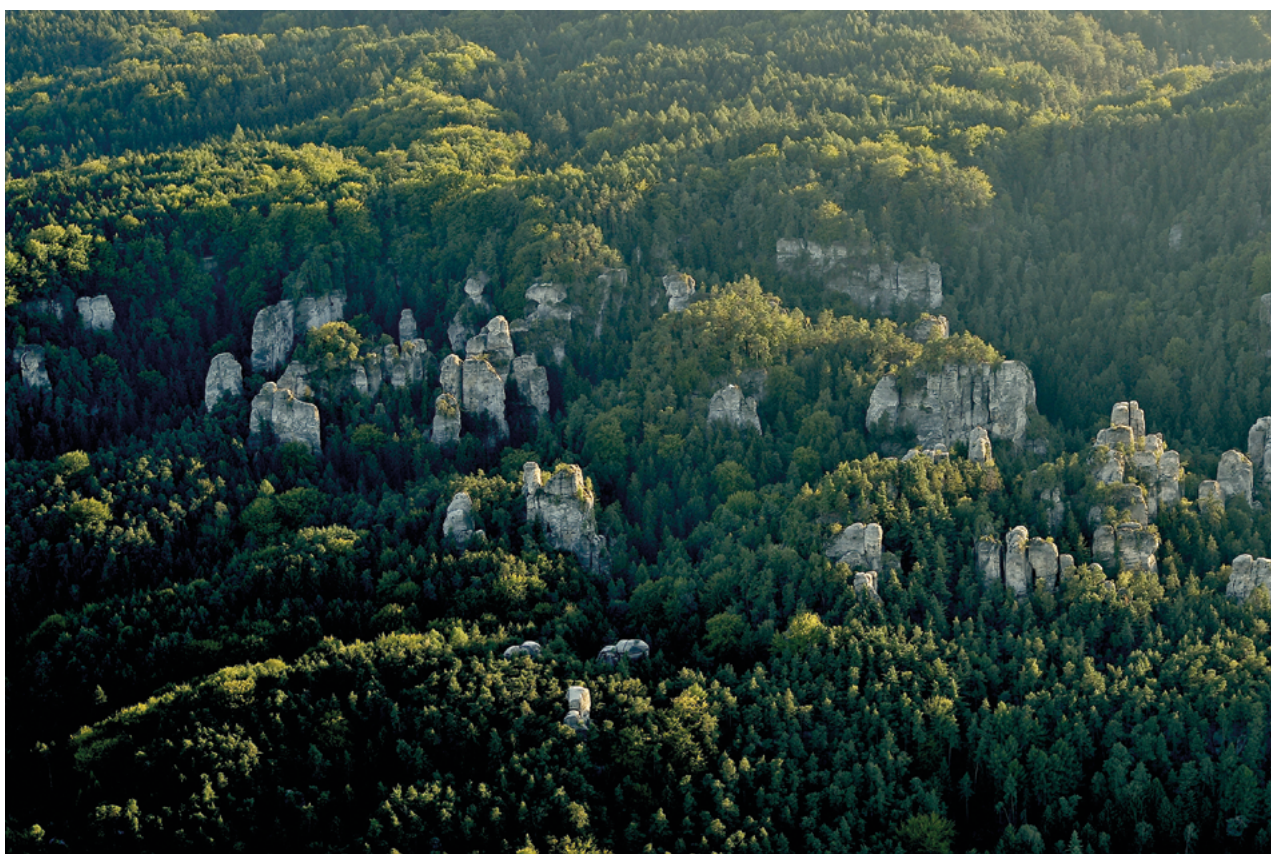
Okrový převis overhang in Pravčický důl, České Švýcarsko National Park, at the beginning of research in May 2023. Organic remains are excellently preserved in the thick sedimentary sequence below the massive, south-facing overhang. The planned research of this extraordinary location will certainly bring valuable information about the postglacial development of vegetation and the influence of prehistoric settlement on the landscape in the dry part of the environmental gradient (Photo P. Pokorný)

**Obr. 3.**

Mikrofotografie pylových zrn nalezených v Okrovém převisu (viz obr. 2) ve vrstvě z doby bronzové. Pylové zrno modřínu opadavého (označeno šipkou) leží v zorném poli se dvěma pylovými zrny jedle bělokore a borovice (*P. diploxylon*) (Foto P. Pokorný)

Fig. 3.

Photomicrograph of pollen grains found in the Okrový převis overhang (see Fig. 2) in a layer from the Bronze Age. A larch pollen grain (marked by an arrow) lies in the field of view with two silver fir pollen grains and one pine (*P. diploxylon*) pollen grain (Photo P. Pokorný)

**Obr. 4.**

Letecký snímek skalního města na Čertově ruce v Českém ráji. Pyloanalyticky zkoumané rašeliniště Maják leží těsně za pravým okrajem snímku (Foto P. Pokorný)

Fig. 4.

Aerial view of the Čertova ruka rock town in the Bohemian Paradise. The pollen-analytically investigated Maják peatbog lies just beyond the right edge of the picture (Photo P. Pokorný)

celkem 23 fytolitů původem z modřinových jehlic (obr. 6). Nálezy jsou doprovázeny hojným zastoupením fytolitů keříčků, nejspíše vřesu (*Ericaceae* typ). Naopak proporce fytolitů trav (*Poaceae*) je ve stejných vzorcích nápadně nízká. Celkový charakter fytolitového záznamu tedy poukazuje na lesní pastvu domácích zvířat (ovcí, koz a vepřů), což dobře odpovídá výsledkům pylových analýz ze stejného materiálu (PTÁKOVÁ et al. 2021). Fytolitové analýzy zvířecího trusu mají pro studium původnosti modřínu veliký potenciál vzhledem k vysoké koncentraci a dobrému zachování materiálu. Srovnatelné výsledky můžeme očekávat v libovolných souvrstvích pod převisy v pískovcových oblastech, kde nálezy trusu chybí, což ovšem obnáší potřebu zvýšeného vzorkovacího úsilí.

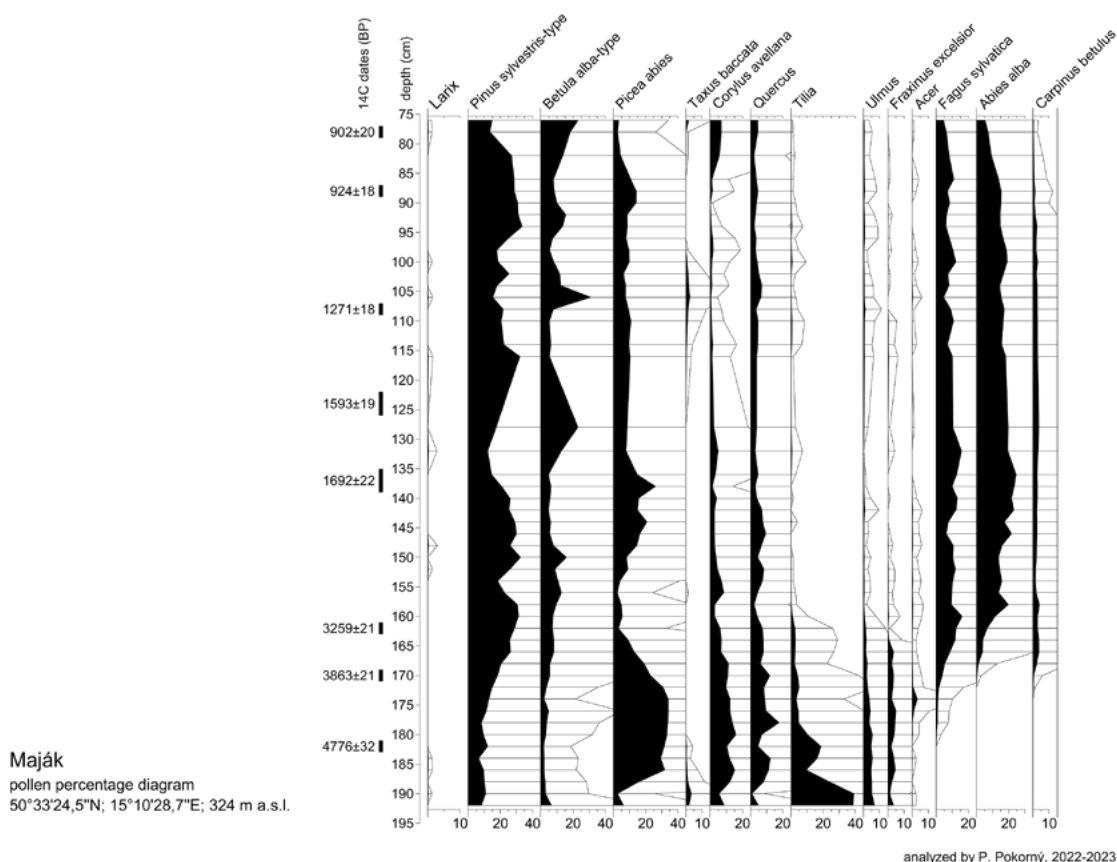
Všechny uvedené záznamy s pravěkými a středověkými nálezy pylových zrn a fytolitů modřínu leží přímo v nejexponovanějších částech pískovcového reliéfu – jedna na hraně labského kaňonu, druhá přímo ve skalní stěně v mimořádně exponované části skalního města v západním okraji Českého Švýcarska, třetí v Hruboskalském skalním městě Českého ráje a čtvrtá na okraji skalní oblasti v blízkosti Mužského tamtéž. Pokrývají mimo jiné kritické období středního holocénu, které DUDOVÁ, SZABÓ (2022) označují termínem *mid/late Holocene bottleneck*, a které je z pohledu paleobotanických údajů obdobím určujícím, co se hodnocení původnosti (přírodního výskytu, „starosedlosti“) modřínu opadavého týče. Sérii našich nálezů tedy pokládáme za jasný a definitivní důkaz souvislého holocenního výskytu této

domněle nepůvodní dřeviny v severních Čechách. Dosud nevyřešená ovšem zůstává otázka, jestli tyto reliktní populace zanechaly nějaký otisk v genetické diverzitě populací současných. K jiným než dvěma uvedeným severočeským pískovcovým oblastem (Českému Švýcarsku a Českému ráji) se prozatím nemůžeme vyjádřit, a sice pro nedosta- tečný stav výzkumu. Analogické výzkumy v Adršpašsko-teplickém skalním městě srovnatelné pozitivní doklady o holocenním výskytu modřínu nepřinesly.

DISKUSE

V úvodu bylo řečeno, že biogeografický koncept původnosti je ošid- ný, protože stojí a padá s fragmentárními historickými daty. Všichni badatelé na poli historie, paleobotaniky nevyjímaje, vědí, že *absence evidence neznamená evidenci o absenci*. Jinými slovy: úsilí vynaložené na výzkum minulosti nikdy není tak velké, abychom byli schopni po- dat spolehlivý důkaz o neexistenci zkoumaného objektu či jevu čistě na negativním základě. Ukázkovým příkladem může být případ Jese- níků, kde sice o původním (ve smyslu předkulturním) výskytu mod- řínu z dobrých důvodů nepochybujeme, ale DUDOVÁ, SZABÓ (2022) dokonce ani tam pylová zrna modřínu v kritickém úseku středního holocénu nenalezli.

Negativní evidence o minulých skutečnostech příliš nevyovídá, o to cennější je však evidence pozitivní. V případě modřínu jsme takovou evidenci získali v podobně pylových zrn a fytolitů z vrstev datovaných



Obr. 5.

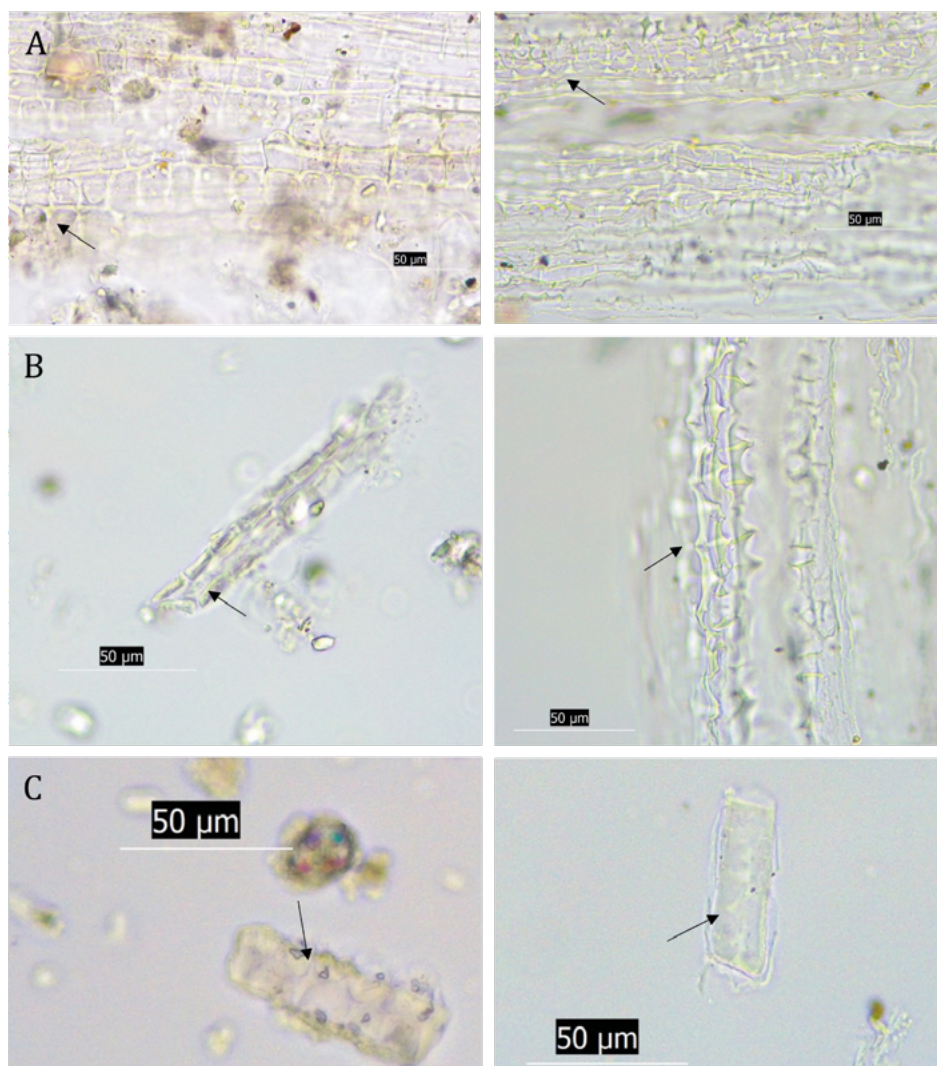
Pylový diagram z lokality Maják. Zobrazeny jsou pouze hlavní lesní dřeviny. Procentické vyjádření výskytu jednotlivých taxonů je založeno na celkové sumě pylu terestrických cévnatých rostlin (AP+NAP=100%)

Fig. 5.

Pollen diagram from the Maják site. Only the main forest trees are shown. The percentage expression of the occurrence of individual taxa is based on the total amount of pollen of terrestrial vascular plants (AP+NAP=100%)

do starého, středního a mladého holocénu, a sice na dvou lokalitách v Českém ráji a na dvou lokalitách v Českém Švýcarsku, respektive v Labských pískovcích. Jeden záznam z Labských pískovců (Jeskyně Otto Mörtse) zahrnuje všechna zmíněná období, zatímco tři ostatní záznamy začínají až holocénem středním. O hojném výskytu modřínu v Hruboskalském skalním území Českého ráje na sklonku posledního glaciálu a v raném holocénu ovšem nepochybujeme, protože zde leží již dříve publikovaná palynologicky zpracovaná lokalita Dračí díra s hojnými pozdně glaciálními a raně holocenními nálezy pylových zrn modřínu (POKORNÝ 2020).

Modřín opadavý je v obecném kontextu chápání ekologických nároků světlomilná dřevina (BOTTERO et al. 2013). To znamená, že jde o dřevinu konkurenčně slabou v kompetici s listnatými dřevinami, které mají tendenci tvořit hustý korunový zápoj. Právě takové druhy přitom ve středoevropských podmínkách dominovaly střednímu holocénu (ABRAHAM et al. 2016). Jejich konkurenci bylo ovšem možné uniknout obecně na stanovištích exponovaných či extrémních, jaká jsou typicky na skalních stanovištích, jak prokazují naše nová data ze dvou českých pískovcových oblastí, která jsou předmětem tohoto článku. V přežívání na (polo)otevřených stanovištích mohly



Obr. 6.

Fytolity pocházející z jehlic modřínu (*Larix sp.*). Fytolity jsou mikroskopické křemičité částice vyplňující rostlinné buňky, případně mezibuněčné prostory. V jehlicích modřínu jsou diagnostické fytolity vyplňující mezofyl (A, B) s charakteristickým vlnitým vzorem (viz šipky), nebo jejich otisky (C). V levém sloupci jsou zobrazeny fytolity z fosilního zvířecího trusu datovaného do doby železné a raného středověku (z lokality Velký Mamuták), vpravo pak zástupci ze srovnávací sbírky (jehlice zbavené organické hmoty). Určování fytolitů modřínu je velmi náročné, tudíž i výsledky prezentované zde jsou zatíženy určitou mírou nejistoty. Další studium dobře zachovaného materiálu a rozšiřování srovnávací sbírky (viz např. CARNELLI et al. 2004) by mělo tuto nejistotu eliminovat (Foto K. Hošková)

Fig. 6.

Phytoliths originating from larch needles (*Larix sp.*). Phytoliths are microscopic siliceous particles filling plant cells or intercellular spaces. In larch needles, there are diagnostic phytoliths filling the mesophyll (A, B) with a characteristic wavy pattern (see arrows), or their imprints (C). In the left column, phytoliths from fossil animal droppings dated to the Iron Age and the Early Middle Ages (from Velký Mamuták site) are shown, and in the right, representatives from the reference collection (needles stripped of organic matter) are depicted. Determining larch phytoliths is very challenging, so the results presented here are burdened with some degree of uncertainty. Further study of well-preserved material and expansion of the reference collection (see e.g. CARNELLI et al. 2004) should eliminate this uncertainty (Photo K. Hošková)

sehrát roli i požáry, v holocenní minulosti střední Evropy prokazatelně velmi časté, což nejsilněji platí opět pro skalní města vyvinutá na kvádrových pískovcích (BOBEK et al. 2019; POKORNÝ et al. 2022). Modřín je navíc na lesní požáry dobře adaptován a reálně je, spolu s borovicí lesní, přežívá lépe než většina jiných dřevin (ADÁMEK et al. 2016). Pomáhá mu v tom tlustá borka a vysoko postavená koruna, která se u starších jedinců vyvíjí díky průběžnému odlamování spodních větví.

V předmětné komplexní problematice dlouhodobého přežívání modřínu na území historických Čech je nutno zmínit také aktuální paradigmatický posun v hodnocení vztahu lesa a pravěkého lidského osídlení. Ukazuje se totiž (souhrnně viz POKORNÝ 2022), že tento vztah byl mnohovrstevný a překvapivě intenzivní, a že cosi jako „přirozený prales“ nemůžeme v našich podmínkách v žádném případě očekávat – minimálně v nížinách a pahorkatinách. V libovolném úseku holocénu lidé lesy rozvolňovali a ovlivňovali jejich složení. Nejprve jako lovci-sběrači a později jako pastevci (ŠÍDA, POKORNÝ 2020; PTÁKOVÁ et al. 2021; POKORNÝ et al. 2022; viz též naše nové výsledky fytohistorických analýz prezentované v tomto článku). Za takových podmínek mohla pravděpodobnost přežívání modřínu ještě dále narůstat. Eventuálně mohlo docházet k epizodám jeho plošně omezeného šíření, a to vcelku kdykoliv v průběhu dlouhého časového úseku od mezolitu po historickou dobu. Průchodnost výše zmíněného „hrdla lahve“ (*mid/late Holocene bottleneck*; DUDOVÁ, SZABÓ 2022) se tím mohla významně zvýšit.

O historicky zdůvodněné původnosti modřínu opadavého na území dnešních Čech díky zjištěním uvedeným v tomto článku tedy již nejsou pochybnosti. Modřín je prokazatelně původní českou dřevinou, protože jeho populace přežily na místě (*in situ*) celý holocén poté, co se souvislý středoevropský areál spolu s postglaciálním oteplením, zvlhčením a pod vlivem šíření konkurenčně silných stinných lesů rozpadl. Stále je ovšem možné, že šlo pouze o velmi omezené výskyty na skalních hranách severočeských pískovcových území. Z jiných území a jiných terénních konfigurací srovnatelná data zatím nemáme, navzdory úsilí vynaloženému na sběr paleobotanických dat. V tuto chvíli rovněž nevíme, do jaké míry přispěly odhalené místní populace k současnému genofondu českého modřínu. Je pravděpodobné, že se tak stalo pouze zanedbatelným způsobem, protože novověkých výsadeb bylo mnoho a reliktní populace jsou z definice velmi omezené a spontánní šíření z takového zdroje nemuselo prakticky probíhat. Na tyto otázky však může odpovědět jen detailní fylogeografický výzkum provedený na větším souboru aktuálních českých populací.

ZÁVĚR

Co z našich zjištění může vyplývat pro praxi? Pro postupné sblížení praxe lesnické a praxe ochrany přírody?

- (1) Modřín byl alespoň někde v české krajině přítomen v kontextech vegetačně a klimaticky podobných současnosti. Je to objektivní hledisko pro správce a vlastníky lesů, kteří chtějí modřín v porostní druhové skladbě lesních porostů mít zastoupen zvláště ve formě přimíšené (formou jednotlivého až skupinkového smísení) či dokonce pouze vtroušené dřeviny, a to i v hospodářských lesích v rámci druhé a třetí (a samozřejmě i čtvrté) zóny chráněných krajinných oblastí. Zjištění naznačuje, že i tam, kde je modřín pěstován jako k příslušnému stanovišti nepůvodní druh, nespíš nehrozí jeho nekontrolované šíření na úkor jiných dřevin. Kdyby hrozilo, už by se modřín rozšířil během pravěku a středověku, což se zjevně nestalo. Pěstování příměsi modřínu v hospodářských

lesích je tedy nesrovnatelné s problematikou například pěstování douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), dubu červeného (*Quercus rubra* L.), borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.) nebo podobných geograficky nepůvodních druhů – na rozdíl od nich modřín opadavý geograficky nepůvodním druhem v České republice prokazatelně není.

- (2) Modřín byl až do novověku v českých lesích přítomen velmi málo, jeho výskyt v dávné minulosti byl dosud zaznamenán jen na specifických exponovaných lokalitách v severočeských pískovcových oblastech. Rozhodně tedy nebyl součástí lesů v takové míře, jako je dnes. V hospodářských lesích mimo chráněná území ho přesto není důvod omezovat (například legislativně). Na základě prezentovaných zjištění přesto nelze podpořit bezmezné pěstování modřínu všude. Nemůžeme přeceňovat odhalení původnosti modřínu na našem území (ČR), a tím ospravedlňovat jeho další zavádění do chráněných území, například přírodních rezervací nebo prvních zón CHKO a NP, zvláště na různých bohatších stanovištích, kde modřín prokazatelně v původní stanovištně příslušné druhové dřevinné skladbě nemůže být a kde je prvořadým cílem obnova a ochrana přírodě bližšího stavu, ochrana druhové skladby a struktury lesních ekosystémů. Zároveň není vhodný ani opačný extrém, s jakým se někdy setkáváme v plánech péče o chráněná území, kde je v mnohých z nich navrhována kompletní eradikace modřínu, a to dokonce s explicitním zdůvodněním, že jde o nepůvodní dřevinu. Naopak, měli bychom brát zvýšený zřetel na místa, kde se modřín vyskytuje v porostech na extrémních stanovištích (například edafických kategoriích X, Z a Y extrémní ekologické řady a na exponovaných stanovištích „e“) a ideálně tam, kde je jen jednotlivě přimíšen ve starých porostech (popř. kde vytváří zpravidla růstově méně tvárné až netvárné skupiny), zvláště pak na historicky složitě těžebně dostupných (odloučených) lokalitách a nejlépe ještě poměrně daleko od zjevných modřínových výsadeb. Tato místa mohou dokonce skrývat zbytky původních populací, jejichž zachování by mělo smysl také (a dokonce především) z ochrannářského hlediska. Taková stanoviště mohou eventuálně uchovávat i hospodářsky cenný, na místní podmínky adaptovaný genofond. Tyto potenciálně zajímavé a cenné populace by neměly být „naředěny“ (tj. přesprášeny) okolními výsadbami modřínů jiného původu (čímž by se jejich unikátnost postupně vytratila), ale měla by být podporována jejich přirozená obnova a v případě obnovy umělé výlučné využití osiva z dané lokální modřínové populace. Odhalení takovýchto případných míst a populací ale zůstává úkolem dalšího cíleného a podrobného výzkumu, paleoekologického i molekulárně genetického. Snad se to podaří dříve, než případné původní výskyty modřínu zaniknou ať už neuváženými lesnickými opatřeními, například výsadbami modřínu odjinud, nebo neuváženými ochrannářskými zásahy volajícími po jeho striktní a úplné eradikaci.

Poděkování:

Článek vznikl za podpory projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum NAZV QK21010335 – „Možnosti využití modřínu opadavého v českých lesích pod dopadem GKZ“ (LARIXUTOR). Archeologické výzkumy Petra Šídy byly podpořeny z interního projektu Filozofické fakulty UHK „Komplexní výzkum přehráv v severočeských pískovcích v roce 2022“. Autoři děkují Jaroslavu Kuklovi a Danielu Vondrákovi, objevitelům unikátního sedimentárního souvrství v Jeskyni Otto Mörtische.

LITERATURA

- ABRAHAM V., KUNEŠ P., PETR L., SVITAVSKÁ-SVOBODOVÁ H., KOZÁKOVÁ R., JAMRICHOVÁ E., ŠVARCOVÁ M.G., POKORNÝ P. 2016. A pollen-based quantitative reconstruction of the Holocene vegetation updates a perspective on the natural vegetation in the Czech Republic and Slovakia. *Preslia*, 88: 409–434.
- ADÁMEK M., HADINCOVÁ V., WILD J. 2016. Long-term effect of wildfires on temperate *Pinus sylvestris* forests: Vegetation dynamics and ecosystem resilience. *Forest Ecology and Management*, 380: 285–295. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.08.051
- BOBEK P., SVOBODOVÁ-SVITAVSKÁ H., POKORNÝ P., ŠAMONIL P., KUNEŠ P., KOZÁKOVÁ R., ABRAHAM V., KLINEROVÁ T., ŠVARCOVÁ M.G., JAMRICHOVÁ E., KRAUSEOVÁ E., WILD J. 2019. Divergent fire history trajectories in Central European temperate forests revealed a pronounced influence of broadleaved trees on fire dynamics. *Quaternary Science Reviews*, 222: 105865. DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.105865
- BOTTERO A., GARBARINO M., LONG J.N., MOTTA R. 2013. The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps. *Forest Ecology and Management*, 292: 19–28. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.021
- CABANES D. 2020. Phytolith analysis in paleoecology and archaeology. In: Henry A.G. (ed.): *Handbook for the analysis of micro-particles in archaeological samples*. Cham, Springer: 255–288.
- CARNELLI A.L., THEURILLAT J.P., MADELLA M. 2004. Phytolith types and type-frequencies in subalpine–alpine plant species of the European Alps. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 129: 39–65. DOI: 10.1016/j.revpalbo.2003.11.002
- DOMIN K. 1930. Studie o proměnlivosti modřínu v Evropě se zvláštním zřením k Československu. Praha, Ministerstvo zemědělství republiky Československé: 156 s. Sborník výzkumných ústavů zemědělských RČS, sv. 65.
- DOMIN K. 1940. Několik poznámek o modřínu v Alpách, východních Sudetech a Karpatech. *Preslia*, 18–19: 53–85.
- DOSTÁLEK J., FRANTÍK T., POSPÍŠKOVÁ M., KŘÍŽOVÁ K. 2018. Population genetic structure and delineation of conservation units in European larch (*Larix decidua* Mill.) across its native range. *Flora*, 246–247: 26–32. DOI: 10.1016/j.flora.2018.06.007
- DUDOVÁ L., SZABÓ P. 2022. Holocene history of *Larix* in the Jeseníky Mts, Czech Republic. *Preslia*, 94: 233–253. DOI: 10.23855/preslia.2022.233
- ERDTMAN G. 1954. An introduction to pollen analysis. Waltham, Mass, *Chronica Botanica*: 239 s.
- FÉR T., PRACH M., SMYČKA J. 2021. Původ modřínu opadavého v České republice z pohledu molekulárních metod. *Lesnická práce*, 100 (7): 29–31.
- HERRMANN E. 1933. Die Sudetenlarche. *Tharandter forstliches Jahrbuch*, 84: 363–431.
- JANKOVSKÁ V., POKORNÝ P. 2015. Native occurrence of larch (*Larix*) in Central Europe: Overview of currently available fossil record. In: Sázelová S. et al. (eds.): *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. Brno, Institute of Archeology of the Czech Academy of Sciences; Masaryk University: 80–90.
- KRAUS G., RIEDEL F. 1936. Beitrag zur Kenntniss des Heimatgebietes der Sudetenlarche. *Sudetendeutsche Forst- und Jagdzeitung*, 36: 69–73.
- MEDUNA P., PRACH J. 2021. Poznání modřínu opadavého v českých zemích očima historie. *Lesnická práce*, 100 (6): 31–33.
- NOŽIČKA J. 1962. Jesenícky modřín. Původní jeho výskyt a zavádění modřínu v českých zemích. Ostrava, Krajské nakladatelství: 221 s.
- POKORNÝ P. 2020. Vegetace. In: Šída P., Pokorný P. (eds.): *Mezolit severních Čech III. Vývoj pravěké krajiny Českého ráje: Vegetace, fauna, lidé*. Brno, Archeologický ústav AV ČR: 105–123. *Dolnověstonické studie*, sv. 25.
- POKORNÝ P., ABRAHAM V. 2021. Skrytější než jehla v kupce sena. Co víme o postglaciálním výskytu modřínu v ČR? *Lesnická práce*, 100 (5): 38–41.
- POKORNÝ P. 2022. Dějiny lesa od vrcholu poslední ledové doby po současnost. In: Cílek V. et al. (eds.): *Český a moravský les. Jeho počátky, současný stav a výhled do budoucnosti*. Praha, Dokořán: 15–35.
- POKORNÝ P., BOBEK P., ŠÍDA P., NOVÁK J., PTÁKOVÁ M., WALLS M. 2022. Managing wilderness? Holocene-scale, human-related disturbance dynamics as revealed in a remote, forested area in the Czech Republic. *The Holocene*, 32: 584–596.
- PTÁKOVÁ M., POKORNÝ P., ŠÍDA P., NOVÁK J., HORÁČEK I., JUŘIČKOVÁ L., MEDUNA P., BEZDĚK A., MYŠKOVÁ E., WALLS M., POSCHLOD P. 2021. From Mesolithic hunters to Iron Age herders: a unique record of woodland use from eastern central Europe (Czech Republic). *Vegetation History and Archaeobotany*, 30: 269–286. DOI: 10.1007/s00334-020-00784-0
- RUBNER K. 1943. Das Areal der Sudeten-Larche. *Tharandter forstliches Jahrbuch*, 94: 1–99.
- SVOBODA P. 1938. Příspěvek k systematickému a lesnickému hodnocení modřínu, zejména karpatského. *Preslia*, 16–17: 50–66.
- ŠÍDA P., POKORNÝ P. (eds.) 2020. *Mezolit severních Čech III. Vývoj pravěké krajiny Českého ráje: Vegetace, fauna, lidé*. Brno, Archeologický ústav AV ČR: 600 s. *Dolnověstonické studie*, sv. 25.
- ŠINDELÁŘ J. 1967. Poznámky k taxonomii a chorologii druhu *Larix decidua* Mill. *Preslia*, 39: 393–402.
- ŠINDELÁŘ J. 1999. Areál přirozeného rozšíření modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) sudetského (Jesenického). [The area of natural distribution of European larch (*Larix decidua* Mill.) of Sudetic (Jeseniky) type]. *Journal of Forest Science*, 45: 81–95.
- WAGNER S., LITT T., SANCHEZ GOÑI M-F, PETIT R.J. 2015. History of *Larix decidua* Mill. (European larch) since 130 ka. *Quaternary Science Reviews*, 124: 224–247.
- WAND J.O., GILLESPIE R., HEDGES R.E.M. 1984. Sample preparation for accelerator-based radiocarbon dating. *Journal of Archaeological Science*, 11: 159–163.

NEW PALEOBOTANICAL DATA PROVE THE NATIVE STATUS OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.) IN NORTH BOHEMIA

SUMMARY

European larch (*Larix decidua* Mill.) is a light-demanding tree species. It is competitively weak in relation with deciduous trees that tend to form a dense canopy. At the same time, precisely such broadleaf woody species dominated the middle Holocene in Central Europe. However, it was possible to escape their competition on rocky habitats, as demonstrated by our new palaeobotanical data from two North Bohemian sandstone areas (Bohemian Paradise and Bohemian Switzerland; for landscape character see Fig. 2 and 4), which are the subject of this study.

We found pollen grains (Fig. 1, 3 and 5) and phytoliths (Fig. 6) of European larch at the four investigated sites in prehistoric (Early, Middle and the Late Holocene) layers. We base the chronology of these findings on the biostratigraphic context and, in particular, on the radiocarbon dating of the organic remains preserved in the studied sedimentary sequences. Our results clearly demonstrate the natural status of European larch in northern Bohemia. These prehistoric occurrences were previously unknown and, on the contrary, it was assumed that larch was not native in the territory of Bohemia.

Fires may have played a role in the survival of European larch in (semi)open habitats, which were demonstrably very frequent in the Holocene past of our territory, which again applies most strongly to “rock towns” developed on block sandstones of north Bohemia. In addition, larch is well adapted to forest fires and in reality, along with Scots pine, it survives them better than most other tree species. It is enabled by the thick bark and the high crown, which develops in older individuals due to the continuous breaking off of the lower branches. We can continue these considerations by pointing to the current paradigmatic shift in the assessment of the relationship between forests and prehistoric human settlement. It turns out that this relationship was multi-layered and surprisingly intense, and that we cannot expect something like a „natural forest“ under any circumstances – at least in lowlands and adjacent uplands. In any period of the Holocene, people loosened forests and influenced their composition; first as hunter-gatherers and later as pastoralists. Under such conditions, the probability of larch survival increased. Alternatively, there could have been episodes of its area-limited spread, at any time during the long period of time from the Mesolithic to the historical period.

What can be derived from our findings for the forestry management and nature conservation practice? At least somewhere in the Czech landscape, larch was present in vegetation and climatic conditions similar to the present. Although in small quantities, it is certainly a good argument for foresters who are willing to grow high-quality larch wood even where commercial forests overlap, for example, with buffer zones of nature conservation areas. The findings indicate that even where larch is grown as a non-native species, there is probably no risk of its uncontrolled spread at the expense of other trees. If there was such a threat, the larch would have already spread during the prehistoric and medieval times, which obviously did not happen. Larch in a reasonable amount in ordinary forests should therefore be accepted by the nature protection authorities.

Larch trees were very rare until the modern era in the territory of Bohemia. Their occurrence in the past was so far recorded only in specific exposed places in the North Bohemian sandstone areas. Definitely, larch was not a part of the forests to the extent that it is today. However, there is no reason to limit it (e.g. legislatively) in managed forests outside protected areas. At the same time, the practice that we sometimes encounter in conservation management plans, where the complete eradication of larch is proposed for some protected areas, even with the justification that it is a non-native tree species, is not appropriate. On the contrary, we should pay more attention to places where larch occurs in stands in extreme habitats and ideally where it is only found singly in old stands, in inaccessible places far from plantings and historical harvest-intensive activities. These places may hide remnants of original populations, the preservation of which would make much sense from a conservation point of view. Such habitats can possibly preserve an economically valuable gene pool adapted to local conditions.

Zasláno/Received: 08. 09. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 05. 11. 2023