Nové doklady o vzniku ptáků IV.
Vývoj hnízdění

Oldřich Fejfar

Způsob života archeopteryxe

Přestože se archeopteryx v rámci maniraptorních teropodů odchýlil od počátečního vývoje ptáků, zůstává rekonstrukce jeho vlastností a způsobu života stále jediným vodítkem pro alespoň přibližný obraz nejstaršího ptáka na sklonku jury.

Uvádím vlastnosti archeopteryxe po důkladné analýze jeho sedmi dosavadních kosterních dokladů. Rozpětí křídel bylo 55–60 cm, celková nosná plocha křídel se odhaduje na cca 500 cm^2. Hmotnost byla cca 200–300 g (Londýnský exemplář je odhadován až na 468 g, ještě větší je eichstättský nález z r. 1987 popsaný A. Elzanowskim v r. 2001 jako nový rod *Wellnhoferia*). Délka ocasu je 28–29 cm (Londýn), 20 cm (Berlín) a 18 cm (Mnichovský exemplář — popsaný jako druh *Archaeopteryx bavarica*), plocha ocasu je 170 cm^2 (Londýn) a 110 cm^2 (Berlín); délka per křídla je 8,7 (Berlín), maximálně 15,6 cm (Londýn), délka primárních letek byla 13,0–13,5 cm.

Uchycení letek známé u moderních ptáků *(Neornithes)* jako hrbolky na kostech křídla nejsou na žádné z koster křídla archeopteryxe patrné, spojení letek s kostrou zde tedy bylo volnější než u dnešních ptáků. Přestože je u archeopteryxe doložena tepelná izolace peří, byla jeho termoregulace zhruba mezi hodnotami dnešních poikilotermních (studenokrevných) a homoiotermních (teplokrevných) obratlovců. Míra metabolismu byla zřejmě nižší než u *Neornithes*. O způsobu života archeopteryxe byla vyslovena řada úvah, vždy v nich převládá buď stromový, nebo pozemní způsob.

Dnešní názory se ustálily na závěru, že šlo o pozemního „sběrače potravy“ s dobrými šplhavými vlastnostmi, který se do výšky dostával při útěku, za sběrem potravy a snad i při hnízdění — většinou šplháním; jen obtížně dosahoval výšky vlastní silou křídel. Na zemi se pohyboval spíše pomalu jako dnešní malí a střední kurovití; při běhu dosahoval rychlosti nejvýše 2 m za sekundu. Z vyšších poloh používal buď klouzavý, nebo poměrně rychlý aktivní let máváním, odhaduje se zhruba 6 mávnutí za sekundu, ke stabilitě letu přispíval oboustranně opeřený ocas vyztužený 23 obratli bez pygostylu na konci. Vždy šlo však o let na krátké vzdálenosti a bez hbitých zákrutů. Vzhledově i způsobem letu archeopteryx připomínal malého bažanta. Určitě se nemohl pohybovat letem v korunách stromů a měl problémy s přistáváním jak ve větvích, tak na zemi. Při hmotnosti 250 g dosahoval minimální rychlosti cca 8 m za sekundu; nebyl vybaven pro vytrvalý a energicky náročnější pomalý let (obr. 1 Aa, b).

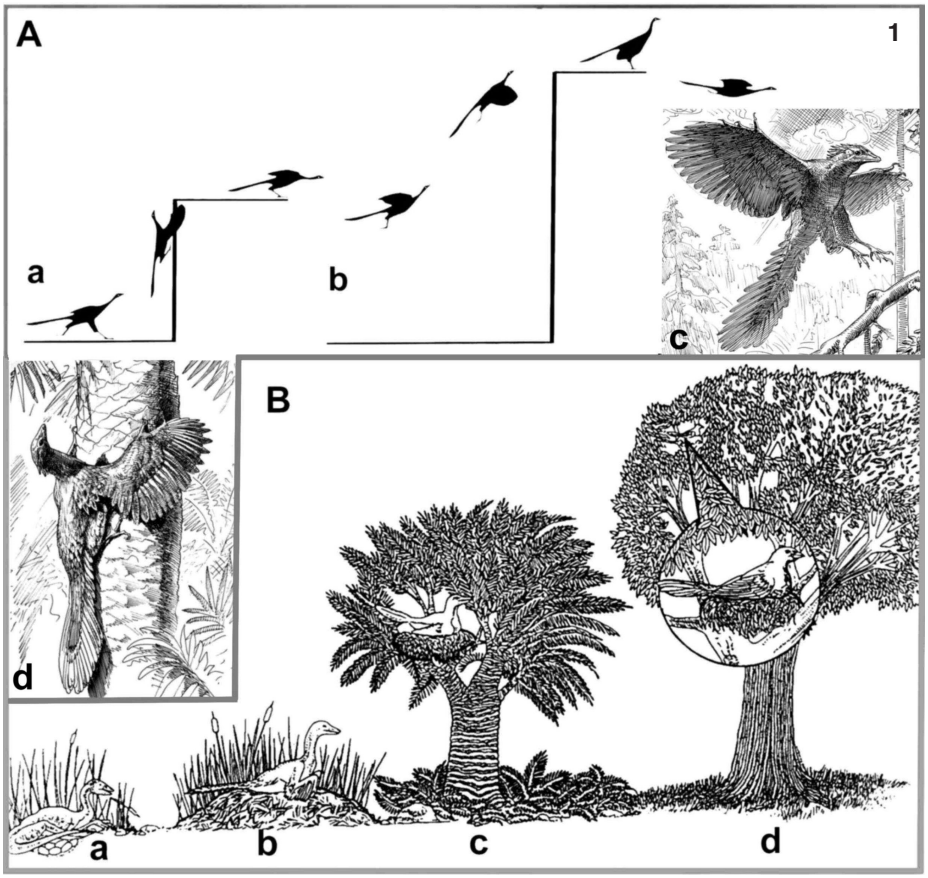
Archeopteryx — a spolu s ním prvotní ptáci na počátku vývoje — se živil při svém pohybu v araukariových lesích s podrostem kapradin sběrem drobných členovců, zejména hmyzu, resp. jejich larvami. Mezi jeho nepřátele patřily příbuzné rody teropodů, jako např. současný o něco větší rod *Compsognathus* hojně doložený ve svrchnojurských vápencích solnhofenské oblasti. Před útokem se zachraňoval rychlým šplháním po kmenech stromů. O způsobu rozmnožování či hnízdění panují bez veškerých bližších dokladů pouze teoretické úvahy, které připouštějí existenci hnízda a péči o mláďata v korunách stromů (obr. 1 Bc).

Jak se vyvíjelo rozmnožování ptáků?

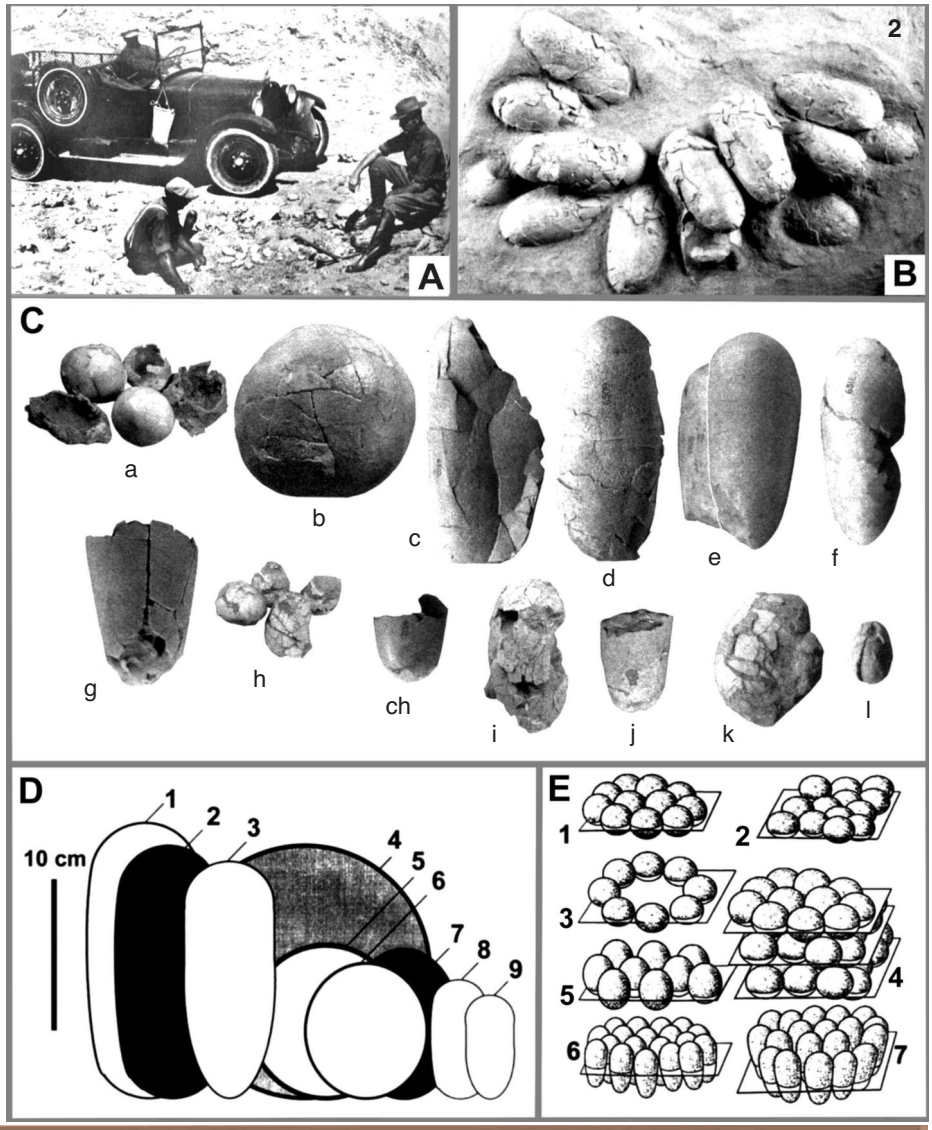
V minulém vyprávění (Živa 2004, 1: 35–39) jsme zmínili pozoruhodnou shodu mezi moderními ptáky *(Neornithes)* a savci *(Mammalia)* v úspěšném přežití globální krize či „katastrofy“ na konci druhohor, resp. na přelomu křídy a třetihor. Uvedli jsme, že jednou z příčin mohla být optimalizace ptačího i savčího organismu, což je jen jedna stránka tohoto problému. Závažnou a možná ještě více rozhodující úlohu však sehrál soubor dalších vlastností souvisejících s rozmnožováním. O vývoji těchto vlastností byla rovněž vyslovena řada úvah.

Jen některé skupiny živočichů vyživují a pečují o své potomstvo, např. sociální hmyz (včely, vosy, termiti atd.), savci nebo ptáci. Je možné, že významné znaky ptačího vývoje: vznik peří a jeho diferenciace, schopnost létat, postupná ztráta chrupu a současně s tím vznik rohovinového zobáku, jsou souborem adaptací vyvolaných mj. i reprodukcí. Právě zobák hraje totiž významnou úlohu při stavbě hnízda, při hnízdění a krmení mláďat. Omezená péče o potomstvo u celé řady obratlovců je dobře známá, často se uvádí příklad krokodýlů, který může naznačovat obdobu u dinosaurů. Např. samice krokodýla nilského hlídá místo se zahrabanými vejci po dobu cca 90denní inkubace, pomáhá aktivně čelistmi mláďatům při líhnutí, přenáší je do vody a nějaký čas je ještě hlídá i po vylíhnutí. Její úlohou je spíše hlídání či obrana potomstva před predátory, nejde však o sezení na vejcích s následnou péčí o mláďata v podobě krmení. Je pravděpodobné, že tuto formu částečné péče mohly mít rané typy druhohorních ptáků.

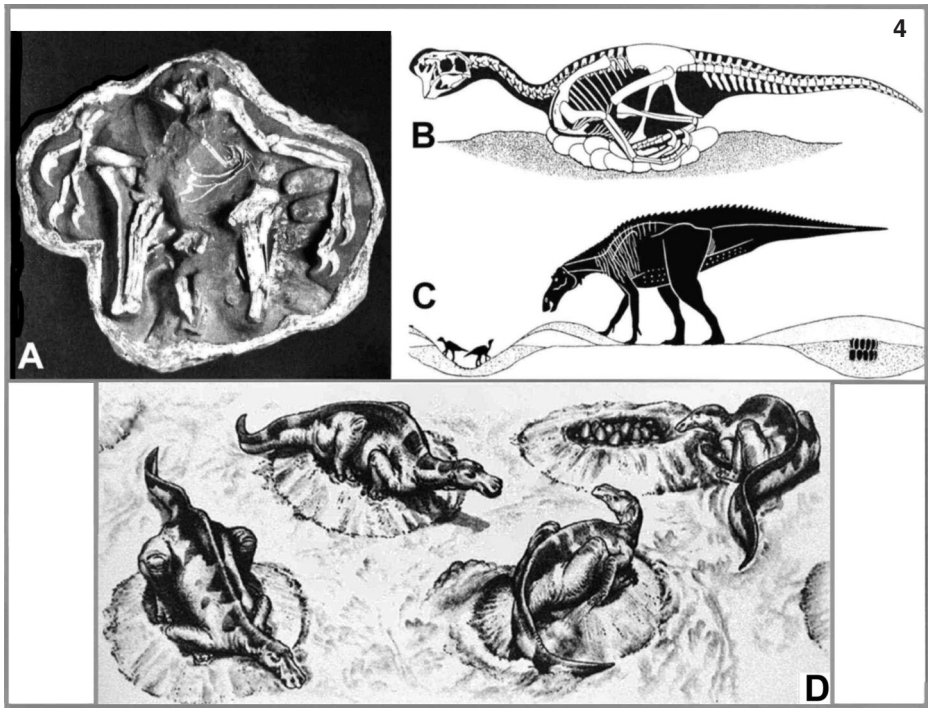
Je všeobecně známo, že dinosauři snášeli vejce (obr. 2) a jejich snůšky jsou v různé podobě zachovány z druhohor po celém světě. Poprvé objevil zlomky vajec ve svrchní křídě Pyrenejí ve Francii J. J. Pouche v r. 1859, který je určil jako vejce „gigantických ptáků“ a udal jejich průměr kolem 18 cm. Později připouštěl, že mohlo jít o zlomky krunýřů velkých želv. Roku 1869 objevil geolog P. Matheron ve svrchní křídě v Provence (Francie) dva druhy dinosaurů se zlomky vajec a paleontolog P. Gervais r. 1877 prozkoumal poprvé jejich mikrostrukturu na příčných výbrusech. Po podrobném srovnání s vejci ptáků a plazů však nedospěl k jednoznačnému závěru — uvažoval spíše o vejcích velkých druhů želv. Nálezy z Francie poté upadly v zapomnění.



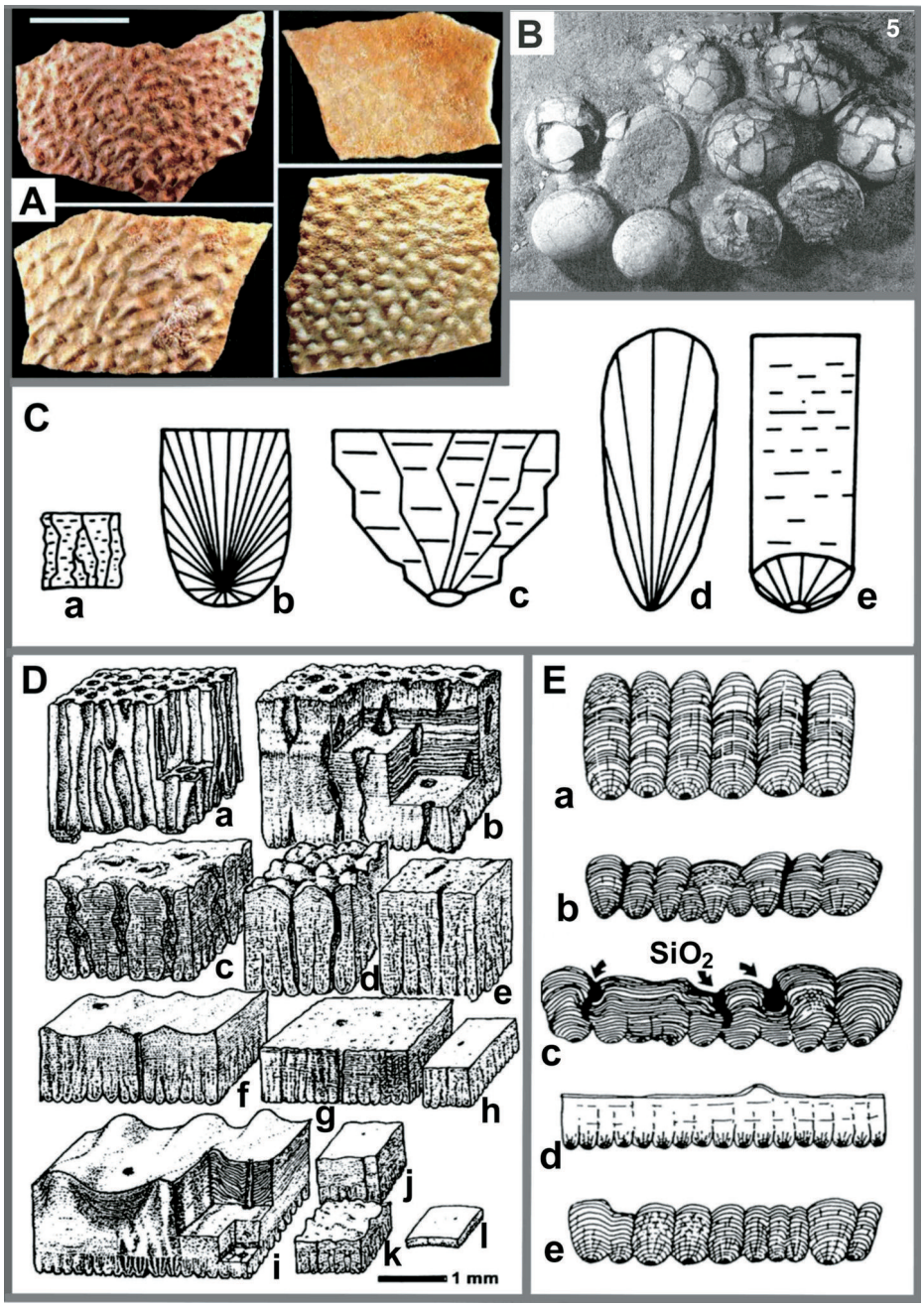
Obr. 1 A — Chování archeopteryxe v ohrožení, při útěku nebo na cestě do hnízda. a: běh a následné šplhání do startovací zvýšené polohy např. z větví na stromech; b: krátký aktivní let do bezpečné vyšší polohy. Podle A. Elzanowského (2002). c: přistávání archeopteryxe; d: šplhání na strom. Podle M. Reichela (1977). B — Ve vývoji ptáků lze sestavit hypotetická stadia hnízdění: a–d (viz text). Podle J. R. Careye a J. Adamse (2001)



Obr. 2 — Nálezy vajec paleontologické expedice Amerického přírodovědného muzea v New Yorku (1922, 1923, 1925). A, B — snímky prvního nálezu hnízda dinosauřích vajec obletěly v r. 1923 celý svět a byly mylně přiřčeny nejhojnějšímu ptakopánvému r. Protoceratops. *A — R. Andrews u čerstvého objevu. C — Typy objevených vajec. a, b: velká kulovitá vejce z Bayan Dzaku (Mongolsko) a Iren Dabasu (Čína) měla průměr kolem 8 cm a patřila pravděpodobně sauropodům; c, d: vejce typu* Elongatoolithus *odpovídají snímku B, a patřila ve skutečnosti r.* Oviraptor; *e–g: protáhlá hladká vejce jsou zčásti vylíhlá a patřila pravděpodobně hojnému r.* Protoceratops; *h–l: vejce připisovaná svrchnokřídovým ptákům. Podle K. Sabatha, 1991. D — Jednotlivé typy vajec jsou označovány tzv. oogenerickými jmény. Jejich příslušnost ke známým druhům dinosaurů v oblasti je většinou jen předpokládaná. Přehled velikosti a tvaru vajec ve svrchní křídě Mongolska a Číny: 1 —* Macroolithus, *2 —* Elongatoolithus, *3 —* Protoceratopidovum, *4 —* Faveoloolithus, *5 —* Dendroolithus, *6 —* Spheroolithus, *7 —* Ovaloolithus, *8 —* Laevisoolithus, *9 —* Gobioolithus. *Podle K. Sabatha (1991). E — Seskupení hnízd jednotlivých typů vajec z obr. D: 1–5 v jedné rovině či v několika vrstvách nad sebou, v kruhu či do spirály; 6, 7 protáhlá vejce jsou špičatým koncem obrácena dolů a dostředně sešikmena. Podle nových nálezů patří vejce tohoto typu oviraptorním teropodům i protoceropsidům, liší se vnitřní strukturou. Podle K. Michailova a kol. (1994) ♦ Obr. 3 — Paleontologická expedice amerického Přírodovědného muzea v New Yorku vedená H. F. Osbornem a později R. C. Andrewsem a W. Grangerem překračuje poprvé na jaře 1922 hranici Číny u města Kalgan na cestě do mongolské pouště Gobi (další expedice byly v r. 1923 a 1925). Naprostou senzací byly určitě „terénní" automobily poskytnuté Henry Fordem, 125 velbloudů vezlo vedle potravin pohonné hmoty (4 000 galonů benzinu). Toto řešení se v poušti záhy ukázalo jako zrádné, následné výpravy používaly již jen mnohem spolehlivější tradiční karavany dvouhrbých velbloudů. Archiv autora*



Obr. 4 — Hnízda vajec a způsoby hnízdění dinosaurů. A, B — Model hnízdícího teropodního maniraptora r. Oviraptor, rekonstruovaný podle několika nálezů v Mongolsku a Číně z posledních let, pravděpodobně představuje prvotní způsob hnízdění druhohorních ptáků. A — nález kostry přímo na hnízdě vajec dokládá složené nohy sedícího dinosaura a přední (možná opeřené) končetiny podél těla jako ochrana snůšky (B). Vejce byla v tomto případě uspořádána ve spirále a střed těla spočíval uprostřed snůšky. Podle M. A. Norella a kol. (1995). C, D — Velký ptakopánvý hadrosaur r. Maiasaura (hmotnost cca 2,5 t) ze svrchní křídy Severní Ameriky zpodobňuje odlišný model hnízdění. C — Snůška vajec (vpravo) byla uložena do okrouhlých prohlubní vyplněných tlející rostlinnou drtí a přikryta hlínou či pískem, po vylíhnutí mláďat bylo hnízdo upraveno jako prohlubeň (vlevo) umožňující následnou poměrně dlouhodobou péči. Podle J. R. Hornera a R. Makely (1979). D — Hnízda byla seskupena v pravidelných odstupech v početných skupinách či koloniích užívaných mnoho generací po sobě. Podle D. Normana (1985)



Obr. 5 — Typy povrchových skulptur a vnitřních struktur dinosauřích vajec. A — Ukázka povrchových skulptur dinosauřích vajec protoceratopsidů ze sběrů z Bayn Dzaku v poušti Gobi (tloušťka cca 0,8–1 mm, vpravo nahoře vnitřní plocha). Snímky O. Fejfara. B — Hojná vejce typu Spheroolithus patří k ptakopánvým hadrosaurům. Podle K. Michailova a kol. (1994). C — Základní typy vnitřní struktury vajec amniotů (blanatých obratlovců). a: gekonoidní; b: testudoidní (želví); c: krokodyloidní; d: dinosauroidní a e: ornitoidní (ptačí). Podle J. J. Moratally a kol. (1994). D — Schematické znázornění příčných řezů a povrchové skulptury vajec mongolské křídy. Vejce typu a: Faveoloolithus; b: Dendroolithus; c: Spheroolithus; d, e: Ovaloolithus; f–h: protoceratopsidní typy; i–k: ornitoidní či elongatoolitní typy teropodů; l: vejce ptáka r. Gobipteryx. Podle K. Sabatha (1991). E — Typy vnitřní struktury dinosauřích vajec z indické svrchní křídy jsou méně rozmanité. a–c: tři podobné varianty vajec plazopánvých titanosaurů (Neosauropoda); d: ornitoidní typ teropodů či ptáků; e: blíže neurčený typ. Podle A. Sahniho a kol. (1994)

Není pochyb o tom, že podrobnosti hnízdění dinosaurů jsou vodítkem pro objasnění vývoje hnízdění ptáků. Protože ptáci jsou, jak nyní víme, vývojově odvozeni od teropodů, lze hledat souvislosti právě v jejich způsobech hnízdění. Ukázalo se, že protáhlá vejce typu *Elongatoolithus* (obr. 2 Db, Gg) patří právě teropodům a skutečně jejich skořápka svou mikrostrukturou rovněž odpovídá ptačímu, tj. ornitoidnímu typu. Výzkumy dále prokázaly, že některé skupiny dinosaurů hnízdily podobně jako někteří ptáci v koloniích. Uvnitř vajec byly vzácně nalezeny drobné kostry embryí a byla také objevena hnízda s vylíhlými jedinci spolu se zlomky skořápek vajec; z toho lze usuzovat, že mláďata setrvávala poměrně dlouho v hnízdech. Právě takové nálezy umožňují spolehlivě identifikovat typy vajec s druhy dinosaurů dané oblasti. Badatelé J. R. Horner a R. Makela objevili v r. 1979 ve svrchní křídě státu Montana (USA) kolonie hnízd ptakopánvého hadrosaura r. *Maiasaura* a jejich odstupy kolem 7 m odpovídaly délce těla dospělých jedinců (jejich hmotnost lze odhadnout na 2,5 t). Jedno hnízdo obsahovalo 11 vylíhnutých mláďat a jejich obroušený chrup může svědčit o tom, že byla zásobována potravou. Hnízdiště byla zřejmě

vyhledávána více generací po sobě. Hnízda o průměru 2 m a hloubce 0,75 m byla po snůšce protáhlých vajec o velikosti 12×9 cm pokryta vegetací, přičemž teplota vytvářená tlením mohla napomáhat líhnutí jako u dnešních tabonovitých ptáků z Austrálie a jihovýchodní Asie (čel. *Megapodiidae*).

V r. 1923 objevila paleontologická expedice Amerického muzea v New Yorku vedená H. F. Osbornem a později W. Grangerem a R. C. Andrewsem v mongolské poušti Gobi ve vrstvách svrchní křídy na proslulé lokalitě Flaming Cliffs — Shabarakh-Usu (dnešní název Bayn Dzak) hnízda protáhlých vajec dinosaurů, jejichž snímky „jako první objev tohoto druhu" tehdy oběhly rázem celý svět — primát nálezů ve Francii byl uznán teprve později. Vejce (délka cca 16 cm a šířka 7 cm) byla původně řazena k r. *Protoceratops* na základě prosté úvahy, že šlo o tamní nejhojnější rod dinosaura. Tato metoda se záhy ukázala jako zavádějící, protože výprava tehdy neobjevila žádná dinosauří embrya ani čerstvě vylíhlá mláďata. První doklad embrya dinosaura uvnitř vejce na jihomongolském nalezišti Ukhaa Tolgod (severovýchod pánve Nemegt, opět ve svrchní křídě ve stupni kampan) v r. 1993 patřilo okruhu oviraptorního teropoda a povrchová úprava i mikrostruktura vajec byly totožné s vejci hnízd z r. 1923. Tak se ukázalo, že příslušnost k protoceratopsům byla mylná.

Zmíněná americká expedice však učinila později další významný objev celé kostry teropoda spočívající na hnízdě podobných vajec. H. F. Osborn pokládal tohoto dinosaura v práci z r. 1924 za predátora a dal mu odpovídající jméno *Oviraptor,* tj. zloděj vajec. Podle nového téměř shodného nálezu z r. 1993 však jde o samici sedící na vejcích (obr. 4, A), která byla zaváta během prachové či písečné bouře. Právě tyto objevy hnízdícího oviraptora (který tedy nese svoje jméno neprávem) mohou představovat počáteční stadium hnízdění, které převzali i druhohorní ptáci. Byl vysloven názor, že peří na prodloužených předních končetinách, tj. prvotních křídlech (viz např. r. *Sinosauropteryx* na III. str. obálky, Živa 2004, 2) sloužilo k manipulaci s vejci u předchůdců ptáků, kteří ještě hnízdili na zemi. Během vývoje hnízdění byl počet postupně stále menších vajec silně redukován a ptáci vyvinuli rozmanité způsoby stavby a obrany hnízda na stromech. Je možné, že se v raných stadiích peří vytvářelo zprvu jen po dobu hnízdění. Nevyřešenou otázkou také zůstává vznik sezení na vejcích.

Ve vývoji ptáků lze sestavit řadu hypotetických stadií hnízdění (obr. 1 Ba–d): a — nejranějším hnízdem byla vyhloubená jamka v zemi a vejce zakrytá rostlinnou drtí byla hlídána; později rodiče na vejcích již seděli a chránili je tělem a končetinami, po vylíhnutí u hnízda určitou dobu setrvali; b — hnízdo bylo vybudováno na malé hromádce, vystláno rostlinnou drtí, vylíhlá nidifugní (nekrmivá) mláďata setrvávala blízko hnízda a mohla být zčásti živena rodiči; c — ve třetím stadiu (odpovídajícím archeopteryxovi) bylo hnízdo umístěno nízko nad zemí v křovinách nebo větvích menších tromů, rodiče mohli dodávat zčásti nidikolním (krmivým) mláďatům natrávenou potravu vyvržením do hnízda; rodiče opouštěli hnízdo v nebezpečí či za potravou plachtěním, nazpět se vyšplhali pomocí drápů na křídlech; d — v posledním stadiu moderních ptáků *(Neornithes)* jsou mláďata většinou nidikolní a hnízda umístěná vysoko na stromech jsou dosažitelná aktivním letem. Nezbytným předpokladem koevolučního souboru znaků byl vznik rohovinového zobáku jako klíčového nástroje v rámci péče o potomstvo, a to zprvu současně s ozubenými čelistmi raných ptáků. Primitivní zobák se nyní předpokládá i u archeopteryxe. Ztrátu zubů u ptáků lze dát do souvislostí s celkovou modernizací znaků v posledních stadiích vývoje v mladší křídě.

K vlastnímu rozvoji letu vedlo postupné přemísťování hnízd do bezpečí na koruny stromů v souvislosti s péčí o potomstvo. Schopnost letu přinášela řadu výhod: 1. umožňovala přesunout hnízda na místa nedosažitelná nelétavým predátorům, 2. dovolovala postupně stále delší potravní a sezonní migrace, 3. podstatně rozšiřovala oblasti potravních zdrojů. Rozvoj péče o potomstvo lze tedy chápat jako zásadní princip prvotní adaptace pro rozvoj létání. To zároveň vysvětluje, že peří bylo u raných stadií (např. u archeopteryxe) na mnohem vyšší úrovni v porovnání s nízkou úrovní kosterních znaků. Peří bylo v koevolučním vztahu s ranými stadii péče o potomstvo a vznik jeho vysoce detailní struktury byl nutně časově náročný. Rozhodně však bylo peří ve vztahu k péči o potomstvo mnohem výhodnější než letová membrána pterosaurů, a i to hrálo významnou úlohu v přežití globální krize. Totéž se týká úlohy srsti a intenzivní péče o potomstvo u savců.

Naše vyprávění o původu ptáků můžeme právem uzavřít poukazem na nápadnou shodu ve vývoji ptáků a savců, jimž teprve krize prostředí před 65 mil. lety paradoxně otevřela neomezené možnosti dalšího úspěšného vývoje — v nových podmínkách obnovené přírody. Ta se však radikálně lišila od podivného a dosud málo probádaného druhohorního světa, v němž vládli neomezení vládci z říše plazů, kdy ptáci a savci hráli jen podřadnou a nenápadnou roli.

Norek americký na řece Moravě

Hana Šuláková

Norek americký *(Mustela vison),* známý také jako mink, je původem severoamerický druh šelmy z čel. lasicovití *(Mustelidae).* Na území ČR se začal místně rozšiřovat v návaznosti na faremní chovy kožešinových zvířat. Pozorování norků amerických v naší přírodě přestává být vzácností. Tomuto faktu napomáhá skutečnost, že zvířata uprchlá z kožešinových farem zvláště po r. 1990 se ve volné přírodě aklimatizují a rozmnožují. Dříve se všeobecně předpokládalo, že uprchlá faremní zvířata ve volné přírodě dlouhodobě nepřežívají, protože jsou navyklá na předkládané krmivo a nedokáží si v přírodě zajistit celoroční dostatek potravy. Naproti tomu údaje z posledních let prokazují schopnost norka amerického dlouhodobě setrvat na určité lokalitě a zároveň expandovat do nových oblastí. Výskyt nového nepůvodního druhu v naší přírodě může mít až drtivý dopad na naši faunu, např. obojživelníky nebo raky (viz Živa 2004, 2: 79–81). Zároveň působí jako potravní konkurent např. tchoře tmavého *(Mustela putorius)* a vydry říční *(Lutra lutra),* s nimiž má podobné složení potravy.

Biotop říčních břehů řeky Moravy (nahoře) ♦ Stopy norka amerického (Mustela vison) *na břehu řeky Moravy (dole). Snímky H. Šulákové*

V listopadu 2000 jsem při pátrání po pobytových stopách vyder v CHKO Litovelské Pomoraví narazila na norka amerického, a to západně od města Litovel u dřevěného mostu přes řeku Moravu.

Pod mostem jsem na vzdálenost 2 m spatřila norka, který stál na sousedním dřevěném pilíři mostu. Zvíře setrvalo na stejném místě po dobu dvou minut a po celý čas mne se zájmem a beze strachu pozorovalo. Pak zmizelo v hromadě naplaveného dřeva, které se zachytilo o zmíněný pilíř. Norek byl albín s čistě bílou srstí, růžovou špičkou čenichu a červenýma očima. Z mostu bylo možné sledovat jeho pohyb ve dřevě dalších 5 minut. Stejné místo jsem navštívila ještě několikrát během následující zimy, ale norka jsem již nezahlédla. Přesto jsem v blízkosti mostu našla jeho stopy v blátě a na naplaveném dříví, na kořenech stromů u vody a na vyvýšeném břehu odložený trus. Během zimy 2000–01 také pracovníci CHKO Litovelské Pomoraví zaznamenali ve stejné oblasti pohyb dvou jedinců norka amerického. Jeden byl albinotický a druhý měl tmavou barvu srsti. Je více než pravděpodobné, že albinotický jedinec byl tentýž, kterého jsem viděla v listopadu. Obě zvířata se pohybovala ve stejné oblasti současně. Mohu se jen domnívat, že šlo o samce a samici, kteří vytvořili pár. Další sledování této drobné šelmy jistě přinese více poznatků o jejím způsobu života a umožní nám určit, jaký dopad bude mít její přítomnost na původní faunu.