

Má ochrana přírody oživovat mamuty, nebo chránit slony?

Jan Plesník

Budoucnost je doba, kdy budeme vědět všechno o minulosti.

Dokud víme jen část pravdy, jsme ještě v současnosti.

Gabriel Laub: Verärgerte Logik (1972)

Dlouhé řady zájemců, táhnoucí se před kiny doslova po celém světě, výmluvně potvrzovaly, že na stříbrná plátna dorazil dlouho očekávaný kasovní trhák. Steven Spielberg v *Jurském parku* pomocí počítačové techniky skoro před čtvrtstoletím vdechl život dávno vyhynulým tvorům. Zápletka ocenění ověřeného

snímku velkého mága stříbrného plátna není nikterak složitá. Z dávné dědičné hmoty (kyseliny deoxyribonukleové, DNA) se vědcům podaří díky nezanedbatelné finanční podpoře výstředního boháče vrátit do současného světa ještěry, které jsme si zvykli označovat jako dinosaury, a dobrodružství může začít.



Rekonstrukce populárních dinosaurů prozatím nepřipadá v úvahu. Na snímku „výběh“ dravých dinosaurů v sydneyjské zoo. Foto Jan Plesník



Protože se žádný ze tří zbývajících nosorožců Cottonových žijících v keňské rezervaci Ol Pajeta nemůže přirozeným způsobem rozmnožovat, uvažuje se o využití zmražených pohlavních nebo kmenových buněk. Foto Jan Plesník

Znovuzrození vymizelých živočichů nemusí být sci-fi

Až donedávna byli vyhubení nebo vyhynulí živočichové považováni za jednu provždy ztracené. Zprávy v hromadných sdělovacích prostředcích o možném zmrtyvýchvstání vymizelých druhů vyvolaly pochopitelný zájem veřejnosti zejména poté, co řada akademických pracovišť oznámila, že na deextinkci určitých druhů, tedy na umělému vytváření jedinců, kteří se podobají vymřelým taxonům, začala nebo začne pracovat. Při bližším pohledu se ale ukazuje, že celá věc nemusí být tak jednoznačná, jak by se mohlo zdát. Vzhledem k omezenému rozsahu nepředstavují následující řádky vyčerpávající řešerši problematiky: pro podrobnější informace odkazujeme na bohatou recenzovanou i šedou literaturu.

Jak mohou živočichové oživnout

Jestliže chceme obnovit již vymizelý nebo posílit kritický ohrožený druh, máme v současnosti nejčastěji tři možnosti (Shapiro 2017):

(1) **zpětné křížení** – záměrným křížením (hybridací) vybraných vhodných jedinců žijících druhů nebo poddruhů se snažíme posílit vnější (fenotypové) znaky, charakteristické pro vyhynulý nebo vyhubený taxon. Pokud vymřelý živočich patří mezi předky domácích nebo hospodářských



Alka velká (*Pinguinus impennis*) obývajících severní Atlantický oceán od Kanady po Velkou Británii byla vyhubena nejpozději v roce 1852. Obrázek přibližuje model v montrealském Biodomu. Foto Jan Plesník

živřat, využívají se pro jeho obnovu plemena nescoucí alespoň částečně jeho znaky. Zebra, která vzhledem upomíná vyhubenou jihoafrickou zeburu kvagga (*Equus q. quagga*), byla rekonstruována hybridizací zebry stepní (*Equus quagga*) v projektu zahájeném v roce 1984 (The Quagga Project 2017). Známým příkladem zpětného křížení zůstává dlouholetá snaha získat v projektu Tauros jedince podobající se v roce 1627 v Evropě vyhubenému praturu (*Bos p. primigenius*, Lorimer & Driessen 2011).

(2) **klonování** – jedná se o vytváření nového jedince tím, že se ze živého exempláře získají tělní (somatické) buňky, u nichž v laboratorních podmínkách (*in vitro*) odstraníme jádra. Současně se z blízkce příbuzného druhu odeberou vaječné buňky, které opět zbavíme jádra. Jádru z tělní buňky se poté zavede do vajíčka bez jádra a buňka se následně začne dělit. Embryo se přenese do náhradní matky, která porodí jedince, představujícího – aspoň pokud jde o genotyp (soubor všech genů) – kopii druhu, jenž poskytl somatické buňky. Klonování se využívá téměř výlučně u domácích a hospodářských zvířat. Do září 2015 se klonování uskutečnilo u téměř dvaceti druhů savců (IUCN 2016).

(3) **využití soudobých postupů genového inženýrství** – na rozdíl od klonování přijde při této metodě ke slovu DNA z pozůstatků vymizelých

živočišů: poslouží k sekvencování (zjišťování pořadí nukleových bází v DNA) a sestavení jejich genomu (souboru všech genů určitého druhu). V dalším kroku se porovnají rozdíly v sekvencích DNA vymizelého a žijícího blízkce příbuzného druhu. Z příbuzného taxonu se odeberou buňky, do jejichž DNA se *in vitro* zasahuje tak, aby živá buňka dědičnou hmotou co nejvíce připomínala genom vymřelého druhu. Následný postup je totožný s klonováním, počínaje odstraněním jádra z kultivovaných buněk.

Nadějně se ukazuje možnost využít při deextinkci indukovaných pluripotentních kmenových buněk (iPSC) vznikajících tak, že se v laboratoři dospělé tělní buňky kupř. z kůže uvedou zpět do stadia kmenových buněk. Změna činnosti pouhých čtyř genů může poskytnout buňku, která je schopná stát se jakýmkoli typem buňky včetně těch, z nichž vznikají pohlavní buňky. Můžeme předpokládat, že se při deextinkci budou stále více uplatňovat i další metody genového inženýrství a zejména syntetické biologie (Redford *et al.* 2013, 2014, Campbell & Hofreiter 2015, Piaggio *et al.* 2017).

Pro a proti

Jedním z argumentů pro oživení vymizelých druhů zůstává představa, že deextinkcí můžeme napravit necitlivé jednání našich předků či současníků k přírodě (Crist 2008, Cohen 2014)



Zárodky vzácné africké antilopy bongo (*Tragelaphus eurycerus*) vědci již v polovině 80. let 20. století úspěšně přenesli do mnohem hojnější antilopy losí (*Taurotragus oryx*). Foto Jan Plesník



Ještě předtím, než se u dravého vačnatce dábla medvědovitého (*Sarcophilus harrisii*) vyvinula obranná reakce proti rychle se šířící přenosné rakovině tváře, se uvažovalo o klonování zdravých jedinců. Foto Jan Plesník

a že jde o morální povinnost lidstva (Seddon *et al.* 2014a). Příznivci obnovování vymřelých druhů zdůrazňují nutnost zavést co nejdříve do praxe postupy deextinkce, protože se podle některých názorů budou rozsah a rychlost mizení druhů a úbytku přírodních a přírodě blízkých biotopů v celosvětovém měřítku zvětšovat (Kumar 2012, Sherkow & Greely 2013). Na druhou stranu, jak politici a řídící pracovníci, tak část veřejnosti – stejně jako v případě obnovy ekosystémů – může snadno nabýt dojmu, že přírodu můžeme klidně ničit, jestliže ji dokážeme obnovit (Sandler 2014, Minter 2014).

I když popsané metody deextinkce procházejí překotným rozvojem, otázkou zůstává jejich účinnost. Oba dosavadní pokusy klonovat již vymizelý taxon, konkrétně kozorožce pyrenejského (*Capra p. pyreneica*) a australské žaby tlamodky zázračné (*Rheobatrachus silus*), skončily neúspěchem (Floch *et al.* 2009, White 2013). I u hospodářských zvířat se v živého potomka vyvine méně než 5 % možných klonů (Whitworth & Prather 2010).

Zajímavé právní otázky související s oživováním „mrtvých“ druhů (Camacho 2015, Adams 2016) stejně jako problematika ohleduplného zacházení se zvířaty (Friese & Marris 2014) přesahují zaměření tohoto příspěvku.

A to se vyplatí. Nebo snad ne?

Klonování rozhodně není levnou záležitostí, a to ani u živočichů, kde pokročilo nejdále. Na výdaje

na klonování kočky nebo psa si zájemci musejí připravit 32 000–100 000 USD (0,7–2,2 milionu Kč). Klonování hospodářských zvířat, kupř. skotu a prasat, přijde na 4 000–15 000 USD (89 000–334 000 Kč, Cottrell *et al.* 2014). Dá se ale předpokládat, že při dalším rozšíření uvedené metody náklady rychle a dramaticky poklesnou, jako tomu bylo kupř. v případě soudobých informačních technologií.

Ale ani následná péče o oživená zvířata není zadarmo. V australském státě Nový Jižní Wales by peníze, které by spolkla péče o pět obnovených, kdysi vymizelých druhů až po jejich vysazení do přírody, zcela posloužily na záchranu 40 stále žijících ohrožených druhů (Bennet *et al.* 2017).

Není divu, že se objevují četné obavy, že deextinkce odebere z pomyslného měšce financí určených na péči o přírodní a krajinné dědictví nemalou část (Donlan 2014). Zastánci oživování vymizelých druhů oponují tím, že jej financují sponzoři a grantové agentury, které by nikdy ochranu přírody nepodpořily, kupř. biotechnologické firmy (Jones 2014).

Otvíráme Pandořinu skříňku?

Pro další úvahy musíme připomenout, že ani jedním z tří postupů deextinkce nezískáme naprosto přesnou kopii vymřelého druhu, ale živočicha, který se mu v různé míře blíží: hovoříme proto o napodobeninách, živých artefaktech, biobjektech nebo geneticky modifikovaných organismech (Martinelli *et al.* 2014).

Pokud bychom deextinkci obnovili vymřelá zvířata pouze jako pouťové atrakce, šlo by o hodně drahou legraci. Jedním z jejích cílů proto zůstává, nebo by mělo zůstávat, vytvoření dostatečně početné a tím i geneticky kvalitní dlouhodobě životaschopné populace, zapojené do fungování příslušného ekosystému (McCauley *et al.* 2017). Tento požadavek může být vážným problémem, pokud bychom měli v různých fázích oživování již vymřelých taxonů k dispozici jen malý počet jedinců, a nedokázali bychom se proto vyhnout nežádoucím důsledkům příbuzenské plemenitby (Steeves *et al.* 2017). Ale ani tehdy nemusí být vyhráno. Repatriace živočichů, jejich vysazování mimo původní areál rozšíření nebo jejich jiné přesuny, byť jde o tradiční a oblíbený nástroj druhové ochrany, nevykazují ve světovém měřítku nikterak oslnivou úspěšnost (Seddon *et al.* 2014b). I když obdobné tvrzení zní jako banalita, v prostředí nesmí působit činitel, který vymření druhu způsobil, kupř. ničení biotopu nebo pronásledování člověkem.

Navíc vymření určitého druhu pochopitelně znamená, že již není vystaven přírodnímu výběru, ovlivněnému měnicími se podmínkami prostředí. Pokud uvažujeme o obnovení druhu vymřelého před 10 000 lety, potom od té doby mohlo uplynout několik set až tisíců jeho generačních dob. Navíc platí, že čím delší doba uběhla od extinkce druhu, tím menší je pravděpodobnost, že stále ještě existuje jím upřednostňované prostředí, jeho původní nika není obsazena a že se najde vhodný blízce příbuzný taxon. Deextinkce tak s sebou přináší dvě odlišná nebezpečí: jednak že oživené druhy nebu-

dou vůbec přizpůsobeny současnému dynamickému prostředí, jednak že se naopak mohou chovat invazně, přenášet patogenní organismy či jinak nepředvídatelně ovlivňovat ekosystémy (Stone 2013, Robert *et al.* 2017, Seddon 2017).

Na druhou stranu ekosystémová funkce, která byla vymizením určitého druhu ztracena, může být jeho návratem do přírody po dosažení určité populační hustoty obnovena. Přednostně by proto měly být rekonstruovány druhy, které působily v ekosystému jako klíčové: problémem ale zůstává naše značně omezená znalost ekosystémů existujících v minulosti (Seddon *l.c.*).

Část odborníků prosazuje, aby se nové postupy zamýšlené na obnovu druhů přednostně využily pro záchranu v současnosti kriticky ohrožených taxonů, kupř. nosorožce jávského (Rhinoceros sondaicus) či Cottonova (Cerathotherium cottoni), nebo ubývajících druhů s nízkou genetickou variabilitou, jako je gepard (Cottrell *et al. l.c.*, Jones *l.c.*, Saragusty *et al.* 2016).

Důležité je nastavení rozumných pravidel

Díky bouřlivému rozvoji genového inženýrství a syntetické biologie, velkému zájmu nejširší veřejnosti a narůstajícímu počtu biotechnologických firem je zřejmé, že snahy o obnovení vymizelých druhů budou nadále pokračovat, a to bez ohledu na názor ochrany přírody. Proto je důležité navrhnout a prosadit určitá pravidla, omezující možný negativní dopad deextinkce na přírodu (Davis & Moran 2016, IUCN *l.c.*, Iacona *et al.* 2017).



Většina bizonů (Bison bison) nese geny domácího skotu: američtí vědci proto navrhuji klonovat čistokrevné jedince. Foto Jan Plesník

Platí přitom, že bychom se měli kromě již zmiňovaného zohlednění fungování v ekosystému přednostně soustředit zejména na nedávno vymizelé druhy. Ani moderní postupy molekulární genetiky neumožňují přechíst DNA starší než 1,5 milionu let (Allentoft *et al.* 2012). Dávno vymřelé druhy mohou mít z výše uvedených důvodů vážné těžkosti se udržet v současném prostředí, protože se v něm nevyvíjely a nejsou k němu přizpůsobené.

Až dosud se pro oživení soudobými metodami uvažovalo o 20 vyhynulých nebo vyhubených družích a o přinejmenším stejném počtu poddruhů (Seddon *et al.* 2014b), pokud nebudeme brát v úvahu spíše kuriózní nápad revitalizovat člověka neandrtálského (Church & Regis 2012). Nejčastěji se v této souvislosti hovoří o severoamerickém holubu stěhovavém (*Ectopistes migratorius*), tasmanském dravém vačnatci vakovlku (*Thylacinus cynocephalus*) a mamutu srstnatém. Nejdále zatím pokročilo úsilí oživit mamuty (viz rámeček).

Opravdu jen proto, že můžeme?

Bez ohledu na mílové kroky genového inženýrství, syntetické biologie a biotechnologií zůstává vyměnění hranic, která nemůže být zvrácena. Ani jedna ze tří zmiňovaných metod deextinkce není jednoduchá, levná a vždy přínášející jednoznačné výsledky. Nicméně za určitých velmi vyhraněných podmínek, zejména pokud obnoví vztahy mezi organismy navzájem a organismy a jejich prostředím, v ideálním případě i ztracené ekosystémy, může oživení vymizelých taxonů ochraně přírody prospět.



Při obnově pratura se využilo zpětného křížení současných plemen skotu. V nizozemském chráněném území v Oostvaardersplassen se „pratuři“ pohybují po celý rok. Foto Jan Plesník

Mamut: cesta z pravěku?

Švédským vědcům se již podařilo z dědičné hmoty dvou výborně zachovalých mamutů srstnatých (*Mammuthus primigenius*) nalezených ve věčně zmrzlé sibiřské půdě přechíst celou genetickou informaci (Palkopoulou *et al.* 2015). Oživení populárního chobotnatce, který vymizel nejpozději před 3 700 lety zřejmě v důsledku kombinace výrazných změn podnebí a nadměrného lovu člověkem (Nogués-Bravo *et al.* 2008), by mohlo vypadat tak, že by se jeho DNA vložila do vajíčka slona indického, který je ve skutečnosti příbuznější více mamutům než slonům africkým, a zárodek by donosila vhodná slonice v zoologické zahradě. Skupina badatelů z proslulé Harvardovy univerzity postoupila v tomto směru zatím nejdále (Mezrich 2017, Worrall 2017). V únoru 2017 oznámila, že hodlá vytvořit křížence mamuta a slona indického, který by vykazoval většinu mamutích znaků, a to již do dvou let. Jiní odborníci ale upozorňují na celou řadu předvídaných nemalých těžkostí a pochybují o úspěchu projektu (Hawks 2017).

Nepochybnou prioritou profesionální a dobrovolné ochrany přírody zůstává i nadále úsilí zabránit ubývání volně žijících živočichů ve volné přírodě. Nejúčinnější a mnohdy současně i nejlevnější postup, jak zachovat co nejvíce původních druhů, představuje účinná péče o prostředí.