

MUNKÁRA FOGOTT ŐSORMÁNYOSOK?

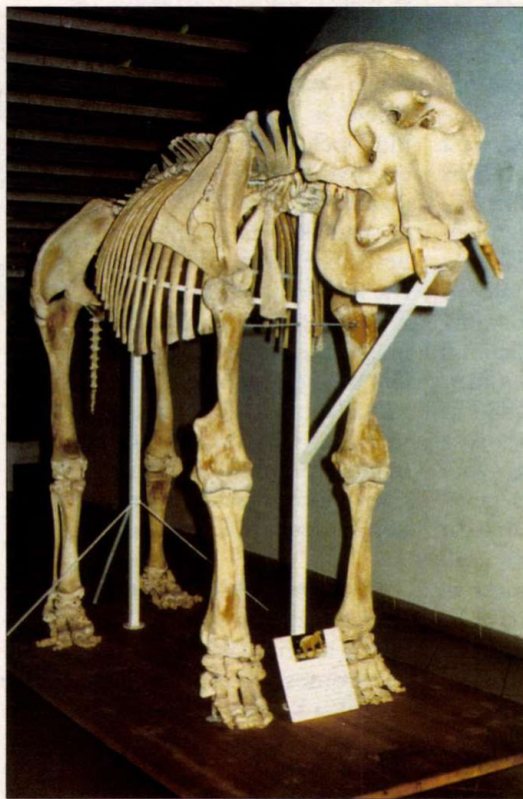
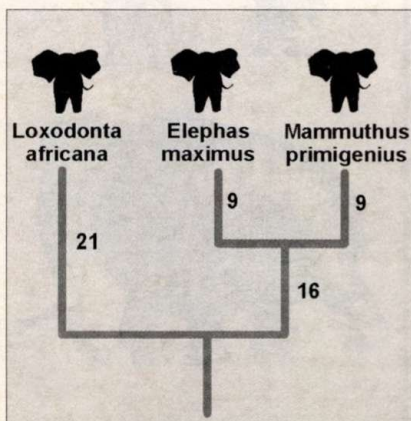
1999 októberében csaknem tökéletes épségben kiemelték egy mamutot Szibéria állandóan fagyott földjéből.

A mamut kiemeléséről, illetve a Discovery Channel erről készített filmjéről ez évi 10. számunkban írtunk. A páratlan lelet előkerülése után felvetődött a gondolat: a tetem talán alkalmas arra, hogy sejtjeiből feltámasszuk a mamutot. Írásunk ennek esélyeit latolgatja.

Bizonyos tudósok úgy gondolják, hogy a gyapjas mamutok „feltámasztása” küszöbön áll, mások szerint ez képtelenség. A legnehezebb kérdés mégis az, mi lenne velük, ha életre kelnének? Az északi puszták jégbe fagyott óriása, a gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*) a pleisztocén idején Európában, Észak-Ázsiában és Észak-Amerikában is előfordult.

Aligha akad olyan ősszallat, amelyről olyan sokat tudnánk, mint a pleisztocén puszták óriásairól. Ezeknek teljes csontvázán kívül kültakaróját, gyomortartalmát, belső szerveit, szöveteit és sejtjeit, fehérje- és DNS-molekuláit egyaránt vizsgálhattuk. A

A gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*), az indiai (*Elephas maximus*) és az afrikai elefánt (*Loxodonta africana*) rokonságának molekuláris törzsfája a citokróm-b enzím génje alapján. A számok az önálló fejlődés idején bekövetkezett mutációk számát jelzik



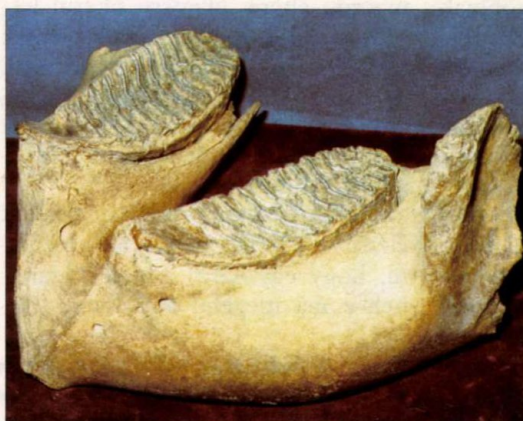
A mamut fogak hazánk leggyakoribb ősszallatlelei közé tartoznak (ELTE, Őslénytani Tanszék)

legnagyobb gyapjas mamutok körülbelül akkorák lehettek, mint az öreg afrikai elefántbikák, amelyek akár 6 tonnát is nyomhatnak, általában magasabbak 3 méternél, és kivételesen 4 méteres példányok is akadnak köztük.

Mamutlabor a barlangban

Szibéria és Alaszka talajából számos jégbe fagyott mamut teteme került elő. A legutóbbi az általában Zsarkov-mamutnak nevezett, 1997-ben előkerült példány. A felfedező nomád családról elnevezett tetem több mint

Az indiai elefánt csontváza (Magyar Természettudományi Múzeum)



Fiatall gyapjas mamut állkapocstörredéke (ELTE, Őslénytani Tanszék)

húszezer évig pihent a tundra állandóan fagyott földjében. A fogazata alapján a szakemberek megállapították, hogy az állat körülbelül 47 éves korában pusztult el. A gyapjas szőrrel borított bőre jó állapotban volt, s remélni lehetett, hogy a belső szerveit és a gyomortartal-

mát is épségben megőrizte a hideg. A további bomlás megakadályozása érdekében hűtőszátrat emeltek fölé, s ennek védelmében emelték ki a földből a maradványt magába záró talajtömböt. A 23 tonnás terhet egy óriáshelikopter mintegy 300 kilométerre keletre, a hatangai jégbarlangok egyikebe szállította volna, hogy a további vizsgálatok idejére is fagyott állapotban maradjon. Ám kiderült, hogy a tömb nem fér be a barlang szűk nyílásán, ezért a repülőter közelében várta a tavaszt, amikor kiszélesíthették a bejáratot. A barlang a világon egyedülálló mamutkutató laboratórium.

A klónozás útja

A kipusztult faj „feltámasztására” elvileg két eljárás is kínálkozik. Az első a klónozás; ehhez a mamut lapos csontjaiból vagy belső szerveiből teljes és ép genetikai anyagot kell kivonni. A mélyhűtött test DNS-molekulái akkor őrződhetek meg, ha a halála és megfagyása között a lehető legkevesebb idő telt el, a tetem később sem engedett fel, s a kiemelés után is fagyott állapotban tartják.

Alex Greenwood amerikai biológus elsőként a Wrangell-szigeti mamutból próbált meg klónozásra alkalmas nukleinsavat nyerni, de a makromolekulák sérültek voltak. Az 1980-as évek közepétől amerikai és orosz biológusok több mamutpéldányból is izoláltak DNS-t. Ezek segítségével sikerült a mamutok genetikai anyagát tanulmányozni, de klónozásra ezek sem voltak alkalmasak. A Zsarkov-mamut minden eddigi leletnél jobban megőrződött a fagyos földben, így lehetséges, hogy a sejtek örökítő anyaga kellő épségben megmaradt. Az eljárás azonban még az optimista vélemények szerint is távol van a megvalósulástól, a pesszimisták szerint pedig nem is lehetséges. Az utóbbiak arra hivatkoznak, hogy a DNS mínusz 22 foknál nagyobb hidegben marad meg, márpedig a mamut hőmérséklete a fagyott talajban mínusz 14 és mínusz 4 fok között ingadozott.

Ha mégis találnának ép kromoszómakészletet, a klónozás ugyanúgy történne, ahogy Ian Wilmut és munkatársai a Dolly nevű bárányt létrehozták. A mamut DNS-ét olyan petesejtbe juttatják, amelynek örökítő anyagát eltávolították. A mamut esetében azonban problémát jelent, hogy nincsenek élő fajtársai, tehát a

genetikai állományát egy elefánt petesejtjének kell befogadnia.

A fajok közötti sejtmagátvitel sikere elsősorban azon múlik, hogy a két faj genetikailag milyen közel áll egymáshoz. Jörg Hauf svéd biológus és kutatótársai 1999-ben a gyapjas mamut, az afrikai elefánt és az indiai elefánt citokróm-b enzimjének DNS-szekvenciáját hasonlították össze. A molekuláris törzsfán egyértelműen látszik, hogy a mamut legközelebbi rokona az indiai elefánt (*Elephas maximus*). A fagyott testből kinyert örökítő anyagot tehát ennek az állatnak a petesejtjébe érdemes bejuttatni, s a fejlődő embrió egy indiai elefánt hordaná ki és hozná világra. Persze kérdéses, hogy a petesejt befogadja-e az idegen örökítő anyagot.

Őszvérmamut vagy mamufánt

Mivel a Zsarkov-mamut hím példány, a kutatók egy másik eljárással, hibridizációval is megpróbálkozhatnak. Ha a mamut heréiből életképes, ép hímivarsejteket sikerül kiemelni, ezekkel megpróbálják megtermékenyíteni egy indiai elefánt petesejtjét. Az embrió 8–16 sejt állapotban ültetnék az elefánt méhében, s ha megfog, mamufánt születik. A hibridből szelektív szaporítással idővel csaknem tiszta mamutvonalat lehetne létrehozni.

Miért haltak ki a mamutok?

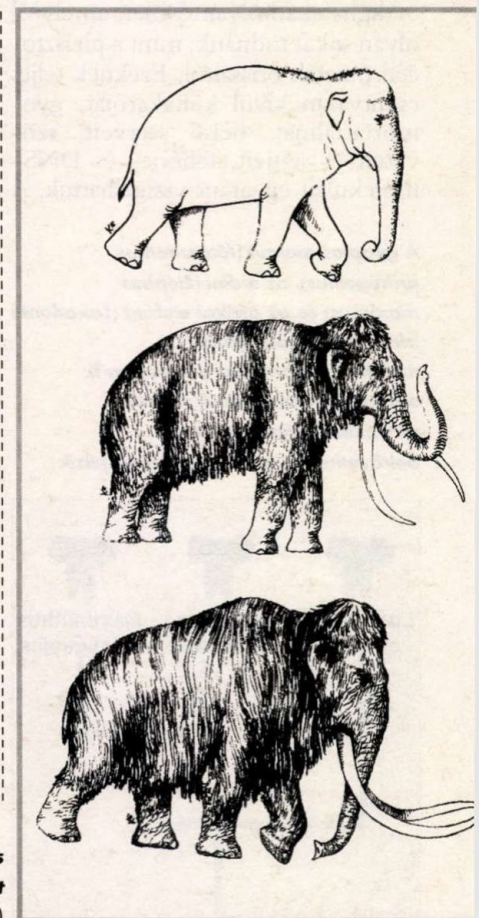
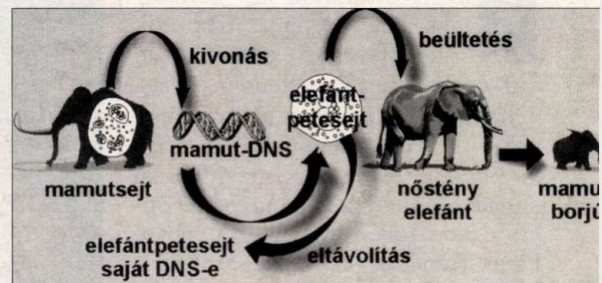
Persze, ezzel is van egy kis bökkenő: a mamutnak 58, az elefántnak 56 kromoszómája van. James Creak amerikai kutató az 1980-as évek közepén kimutatta, hogy a két állat genetikai állománya mindössze 5 százalékos különbségben különbözik. Ha a kromoszómaszám-eltérés ellenére sikerül létrehozni a hibridet, újabb problémák támadhatnak a továbbszaporítással. A borjú is különleges gondoskodásra szorul, mert a húszezer éves eltűnt állat védtelen lenne a mai betegségekkel szemben.

Mielőtt hozzáfognánk a mamutok életre keltéséhez, nem ártana tisztázni, hogy egyáltalán képesek lennének-e ma megélni a Földön. Bár-

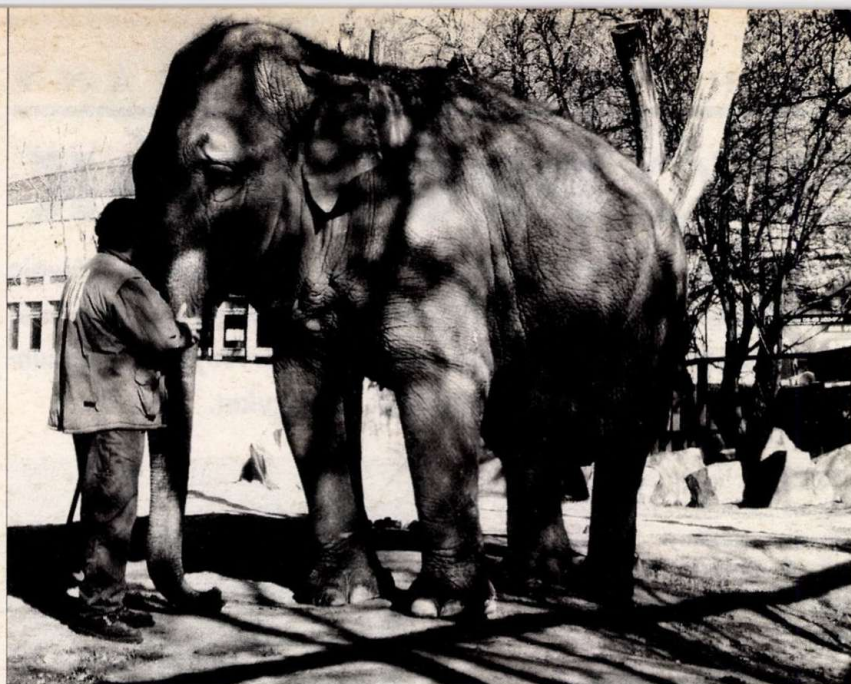
milyen furcsa, nem tudjuk pontosan, mi volt az oka, hogy a mamutok a mostani interglaciális periódus kezdetén kihaltak. Vajon kihalásuk szerencsétlen véletlenek egybeesése vagy törvényszerű esemény volt-e?

Eltűnésük legnyilvánvalóbb okaként első helyen az éghajlat felmelegedését szokták említeni. De nem biztos, hogy önmagában a felmelegedés elégséges magyarázatot ad a pusztulásra. Alaszkában vagy Szibériában ma sincs éppen meleg. Ráadásul a pleisztocén idején máskor is voltak enyhe periódusok, de ezeket túléltek a szőrös testű mamutfélék.

A mamutok „feltámasztásának” két lehetséges módja: a klónozás (a) és a hibridizáció (b) (ÉLET ÉS TUDOMÁNY GRAFIKÁI)



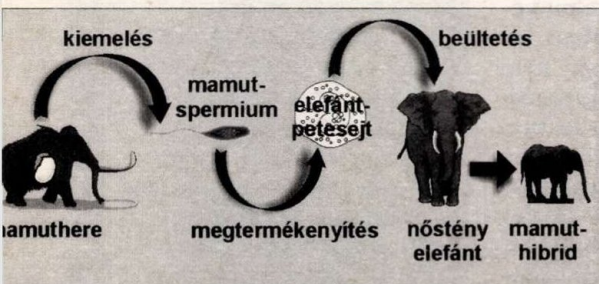
Az indiai elefánt (fent) és a gyapjas mamut (lent) keresztezéséből mamufánt (középen) születne (Kazár Emese rajza)



megszűnését okozta. Ez nyilván nemcsak a tápláléknövényzetet érintette, hanem az egész élőlényegyüttest, amelyben a mamutnak is megvolt a sajátos ökológiai szerepe. A szűkülő életterekben élő labilis populációk esélyeit tovább csökkentették az ember egyre népesebb vadászchordái.

Néhány afrikai országban manapság nagy bajt okoz, hogy a vadászok által háborgatott vidékekről az elefántok tömegesen menekülnek a védett területekre. A sok elefánt annyira letarthatja a táplálékul szolgáló növényzetet, hogy a terület képtelen eltarta-

Az indiai elefánt (Fővárosi Állat- és Növénykert) az egyik legértelmesebb állat a Földön, ha hozzásszokik az emberhez, egy életen át hűséges társa



Fogazatuk alapján úgy gondoljuk, hogy a mamutok elsősorban füvekkel táplálkoztak. Mégsem valószínű, hogy csupán az északi puszták területének zsugorodása, a fűnemű élelemforrás megfogyatkozása miatt haltak ki. A hasonló termetű afrikai elefántokhoz hasonlóan naponta mintegy 150–200 kilogrammnyi növényi táplálékra volt szükségük, ezért a nap nagy részét táplálkozással töltötték. Télen valószínűleg óriási agyarukkal ásták ki a hó alól a növényeket. Közeleli rokonuk, az indiai elefánt is tud fűvet legelni: ormányukkal megragadnak egy fűcsomót, kitépik, a lábukhoz ütögetve lerázzák róla a földet, majd a szájukba dugják. Ebből következtethetünk a mamut táplálkozási módjára. A mamutok fogazatán azonban semmi sem utal arra, hogy a vegyes növényi táplálékot kevésbé tudták volna elfogyasztani, mint mai rokonaik. Az indiai elefánt fűvet, bambuszt, gyümölcsöket, leveleket, gallyakat fogyaszt, és bizonyos bokrok, fák kérget is megeszi. Ha a táplálékot nem érik el, kidöntik a fát vagy lerázzák a gyümölcsöt.

A szavannán, tehát füves területen élő afrikai elefánt is inkább különféle

fák leveleit, ágait, kérget, gyümölcsöt fogyasztja, és csak szükségéből eszik fűvet. A jégbe fagyott mamutok gyomrában fűz-, fenyő-, égerfélék és különböző cserjék leveleinek maradványát találták, táplálkozási szokásaikat tehát hozzá tudták volna igazítani a felmelegedés miatt megváltozó növényzethez.

Már megint az ember?

A barlangrajzok és a régészeti leletek tanúsága szerint a felső pleisztocén kor embere vadászott a mamutra. De okkal feltételezzük, hogy a vadászchordák inkább közepes méretű prédát ejtettek, és csak néha csaltak törbe ormányosokat. Nem zárható ki, hogy egyes északi népcsoportok szorosodtak a mamutprédára, de ezek önmagukban nem okozhatták a faj pusztulását, ahogy Afrika bennszülött elefántvadász törzsei sem pusztították ki az ott élő ormányosokat.

A kihalás oka bizonyára összetett volt. A gyalog mamut ismeretünk szerint különleges növényzetű életterben, a tundra-sztyeppen élt. Ezt a pleisztocén időszaki vegetációtípus elsősorban fűfélék és alacsony cserjék jellemezték, s a tundra és a sztyepp növényei foltszerűen nőttek egymás mellett. A tundra-sztyepek a pleisztocén végén fokozatosan eltűntek, ma sehol sem találunk ilyeneket a Földön. A mamut számára önmagában sem előnyös erős nyári felmelegedés tehát az eredeti ökoszisztéma

ni a csordákat. A viszonylag kis területre kényszerült elefántcsoportok számos más faj életlehetőségeit korlátozzák, és az egész ökoszisztémát átalakítják. Éghajlati okokból és emberi hatásra beszűkülő életterükben a mamutok ugyanígy hozzájárulhattak életfeltételeik megszűnéséhez. Persze, mindezekon kívül számos ismeretlen körülmény is hozzájárulhatott a mamutok tragédiájához. Például az enyhébb éghajlat alatt addig ismeretlen járványos betegségek támadhattak meg őket.

Mi lesz, ha visszatérnek?

A tundra-sztyepek eltűnésével megszűnt az az életter, ahol a mamut a környezettel egyensúlyban élve képes lenne fennmaradni. Van olyan szakértő, aki emiatt eleve értelmetlennek tartja a mamutklónozást. Talán csak az állatkertek járnának jól, ahová a letűnt idők lényei sok látogatót vonzanának. Ha nagyobb számban hoznának létre mamutokat, azok az északi félgömb hideg területein (Kanadában, Szibériában vagy Alaszkában) szabályozott ökológiai egyensúlyú rezervátumokban élhetnének.

Kínálkozik még egy, a tudományos fantasztikus irodalomba illő lehetőség: az indiai elefánthoz hasonlóan a mamutot vagy a mamufántot munkára lehetne fogni. A hatalmas termetű, a hideget jól viselő ormányosok ott segíthetnének az embernek, ahol már a gépek sem boldogulnak.

MÉSZÁROS LUKÁCS