



TEKSTI ANTTI KIVIMÄKI / KUVAT ULLA SAINIO

Purukalusto kertoo, mitä eläinten ja ihmisten on pitänyt järsiä henkensä pitimiksi historian vaikeimpina aikoina.

HAMMASFOSSIILI ON AIKAKONE



Harva alle 50-vuotias hahmottaa, mitä pullamössöllä, menneiden vuosikymmenien herkulla, oikeastaan tarkoitetaan. Pullamössöstä on tullut yleisnimi helposti eteen tulevalle kaloripitoiselle ruoalle.

– Ihmisen hampaat kuitenkin on viritetty äärioloihin, pureksimaan rikki vaikka siemeniä, kun muuta ruokaa ei ole. Todella niukoissa oloissa esi-isistämme selvisivät vain vahvahampaisimmat, evoluutiopaleontologian professori **Mikael Fortelius** kertoo.

Hammaskalustomme ei siis kerro juuri mitään todellisesta ruokavaliostamme eikä edes esivanhempiemme tyypillisestä ruokavaliosta, vaan esi-isiemme elinympäristön ilmastollisista ääri rajoista.

Kyseessä on Harvardin yliopiston maineikkaan biologin **Karel Liemin** mukaan nimetty paradoksi. Tutkiessaan Afrikan järvien kirjoahvenia Liem huomasi, että kalat yleensä suosivat helposti pureskeltavaa ruokaa, kirjoahventen pullamössöä, ja ne tarvitsivat erikoistuneita leukoja ja hampaitaan lähinnä pulan ajan inhokkiruokiinsa.

KUIVAA HEINÄÄ / Paleontologiipiireissä Fortelius on jo toista vuosikymmentä tunnettu ekometriamenetelmän kehittäjänä: nykyeläinten hampaista etsitään korrelaatioita nykyisiin ilmastoon ja tämän tiedon avulla fossiilien hampaista voidaan päätellä muinaisilmastoja.

Mitä korkeammat hampaat kavioläimen fossiililla havaitaan, sen kuivemmassa ilmastossa se on elänyt jauhamassa kuivaa, huonolaatuista, pölyistä tai jopa hiekkaista heinää. Matalahampaisemmat lajitoverit olisivat kuluttaneet hampaansa loppuun jo ennen lisääntymisikää.

Muinaisilmastojen selvittämiseen juuri hampaat ovat käteviä. Hammaskiille on kehon parhaiten säilyvä osa, joten vanhoista fossiileista on jäljellä usein vain purukalusto – ja muinaisesta ilmastosta, etenkin muinaisista paikallisilmastoista, on usein vaikea saada suorita todisteita.

– Onneksi juuri hampaat säilyvät parhaiten, koska ne kertovat eniten, Fortelius sanoo.

KENIAN NISÄKKÄÄT / Nyt Fortelius on yhdessä liettualaissyntyisen geotieteiden ja tietojenkäsittelytieteen yliopistotutkijan **Indré Žliobaitė** kanssa hionut ekometrian työkaluja tarkemmiksi – ja tämä kääntää ekometriaa entisestään Lie-min paradoksin suuntaan.

Hammassossiilit eivät niinkään kerro kantajansa kokemista keskimääräisistä ilmasto-oloista vaan piirtävät kuvaa ilmaston ääriarajoista.

– Mitä enemmän piirteitä yksilöimme hampaista, sen tarkemmin voimme kuvata sademäärää, lämpötilaa, biologista tuottavuutta ja vihreysindeksiä. Saamme myös tietää, onko kysees-

sä päivittäinen, kuukausittainen vai vuosittainen maksimi, Žliobaitė sanoo.

– Hampaasta tulee sofistikoitu aikakone. Voimme tietää ympäristöstä vaikkapa, että siellä on matala tuottavuus, jota rajoittaa pikemminkin veden määrä kuin lämpötila, Fortelius luonnehtii.

PULLAMÖSSÖ JA HAMPAAT LIITTYVÄT LIEMIN PARADOKSIIN.

Fortelius ja Žliobaitė analysoivat isojen nisäkkäiden hampaiden ominaisuuksia lajeilta, joita on esiintynyt kolmessatoista Kenian luonnonpuistossa 60 viime vuoden aikana, ja vertasivat niitä säähavaintoihin.

TYLSÄT VAI TERÄVÄT? / Hampaan suuri korkeus sekä pituus leuan pituussuunnassa olivat vahvoja merkkejä kuivasta ilmastosta, samaten purupinnan litteys, tylsäsärmaisyyttä sekä kruunun sivuille ja purupinnan koloihin leviävä hammassementti. Nämä kaikki kertovat tarpeesta taistella tarvittavat kalorit hampaista kuluttavasta, hankalissa oloissa kasvavasta heinästä. Sitä



SADEMETSÄ

RAVINNON MONIPUOLISUUDEN VUOKSI VEHRIMILLÄ ALUEILLA ELÄÄ LAJEJA, JOIDEN HAMPAAT OVAT SUHTEELLISEN MATALIA JA VÄHÄSÄRMÄISIÄ, ESIMERKIKSI APINOITA JA SIKOJA.

PUINEN SAVANNI

AFRIKKALAISTEN PIKKUKUDUJEN TAI POHJOISTEN HIRVIEN TERÄVÄSÄRMÄINEN PURUKALUSTO VIITTAA KOSTEAAAN ILMANALAAAN, JOSSA RAVINTO VAATII HYVÄÄ KATKAISUTEHOA, MUTTEI KULUTA HAMPAITA LIIKAA.

SAVANNI JA ARO

HAMPAAN PITUUS LEUAN PITUUSSUUNNASSA SEKÄ TYLSÄSÄRMÄISYYS OVAT MERKKEJÄ KUIVASTA ILMASTOSTA. KASVISSYÖJÄT, ESIMERKIKSI SEEPRAT, JOUTUVAT NYHTÄMÄÄN KALORINSA KUIVASTA HEINÄSTÄ.

LÄHDE MIKAEL FORTELIUS & INDRÉ ŽLIOBAITĖ

kasvaa yleisimmin savannilla tai arolla, kuivassa ilmanalassa.

Vastaavasti jyrkänteinen, teräväsärmäinen purupinta viittasivat kostempaan ilmastoon. Hyvän katkaisutehon hampailla esimerkiksi koitot hirvet ja afrikkalaiset pikkukudut purevat oksia poikki ja saavat vatsansa täyteen helposti hienonnettavia lehtiä.

Yksittäisestä piirteestä ei voi kuitenkaan johtaa suoraa ja selvää ilmastokorrelaattia. Kosteasakin ilmastossa löytyy lajeja, jotka ovat erikoistuneet jauhamaan vaikeasti prosessoitavaa ruokaa.

Totuus löytyykin data-analysista ja suurista aineistoista. Kun monista hammaspiirteistä saadaan tietoa monilta alueilta ja tätä tietoa verrataan moniin ilmastomuuttujiin, voidaan piirteiden ja ilmaston yhteyksiä mallintaa yhä tarkemmin.

– Kaavat voivat olla vaikeita ja epäintuitiivisia, mutta ne tarjoavat huomattavasti tarkemman ennusteen ilmastosta kuin hammassementin ja savannin yhdistämisen tapaiset yksinkertaistukset, Žliobaitė arvioi.

MAJAVAT, NORSUT JA KISSAPEDOT / Fossiileista on aiemmin yritetty selvittää muinaisilmastoja kahdella tavalla: taksonomisesti eli löydettyä lajia hyödyntäen tai tarkastelemalla niiden piirteitä. Ekometria edustaa vahvasti piirteiden tarkastelua.

– Jos löydetään majavafossiili, taksonomi sanoisi, että haa, majava! On siis ollut jokia tai ainakin kosteaa. Me puolestaan katsomme, mitä majavan hampaat kertovat ympäristöstä, Fortelius selittää.

Taksonomia voi evoluution kuluessa tehdä tepposia, kun lajit muuttuvat ja muuttavat.

– Majavan esi-isät ovat voineet elää aivan toisenlaisissa ympäristöissä kuin nykymajavat, Žliobaitė toteaa.

Esimerkiksi norsun kaukaiset esi-isät elivät luultavasti matalissa vesissä virtahepojen lailla, mutta nykyiset norsut elävät metsässä ja savannilla.

Tovi sitten sukupuuttoon kuollut mammutti eli puolestaan tundralla. Leijonia elää nykyään vain savannilta, mutta ennen niitä oli pitkin Euroasiaa ja Pohjois-Amerikkaa.

Sapelihammaskissojen fossiileista taas ei voi taksonomian perusteella päätellä mitään ilmastosta, koska sen lähisukulaisia ei enää elä missään.

SAVANNILLA VAI SADEMETSÄSSÄ? / Fossiilien tutkiminen vaatii usein melkoista salapolisintyötä, Fortelius kertoo.

– Fossiilit eivät yleensä edusta normiyksilöä. Yleensä kyseessä on yksilö, joka on joutunut omissuhteisiin, jotta se on voinut fossiloitua. Näistä sitten pitäisi päätellä, millaista normaalien eläinten ja ihmisten elämä on ollut.

Havaintovinouma voi selittää myös ihmisen sukupuun kummallisuuksia. Valtaosa *Homo*-suvun fossiileista on peräisin savannilta ja aavikolta, ja siksi ajattelemme esivanhempiemme eläneen savannilla.

FOSSIILEJA SÄILYY ETUPÄÄSSÄ KUIVILLA ALUEILLA.

Mutta vain kuivilla alueilla voi yleensä kunnolla syntyä ja säilyä fossiileita. Sademetsässä fossiileita ei juuri synny tai ne eivät säily. Vaikka ne säilyisivätkin, niitä on vaikea kaivaa kasvillisuuden alta.

– Ehkäpä varhaisimmat esivanhempamme viihtyivät parhaiten sademetsän suojassa, mutta me näemme jälkiä vain heidän retkistään metsän ulkopuolelle, Fortelius hahmottelee. //

MIKAEL FORTELIUS / EVOLUUTIOPALEONTOLOGIAN PROFESSORI, JOKA TUNNETAAN MUUN MUASSA EKOMETRIAMENETELMÄN KEHITTÄJÄNÄ.

INDRÉ ŽLIOBAITĖ / GEOTIETEIDEN JA TIETOJENKÄSITTELYTIEDEEN TUTKIJA, JOKA KEHITTÄÄ DATAANALYYSIÄ HAMPAIDEN OMINAISUUKSISTA.