

HIRVIÖSUSI ON PALANNUT – VAI ONKO?



Erämaan kutsu kaikui jälleen villin lännen aroilta. Hirviösusi oli viimein noussut kuolleista. Tai niin Colossal Biosciences -yritys ainakin julisti viime vuonna, kun se esitteli väitettyjä hirviösuden pentuja mahtipontisesti suurelle yleisölle. Monet tutkijat katsoivat, että pennut eivät ole hirviösusia, vaan yritys haki vain rahaa ja julkisuutta. Keneen tässä pitäisi uskoa?

Jossakin päin Yhdysvaltoja sudenpennut Romulus, Remus ja Khaleesi temmelsivät aitauksessaan ja kuuntelivat uinuvaa metsää. Ne olivat syntyneet lokakuussa 2024, mutta ne eivät olleet täysin äitinsä kaltaisia. Niille oli annettu huolella valitut nimet: Romulus ja Remus saivat nimensä Rooman kaupungin myyttisten perustajien mukaan, kun taas Khaleesi-nimi tuli *Game of Thrones* -sarjasta. Yhtäkkiä hoitajat alkoivat valmistella pentuja matkaa varten. Maailman oli aika saada tietää, etteivät ne olleet tavallisia susia.

Viime vuoden huhtikuussa yhdysvaltalaisyritys Colossal Biosciences hätkähdytti

tiedemaailmaa ilmoittamalla suurieleisesti, että se oli palauttanut takaisin elävien joukkoon hirviösuden (*Aenocyon dirus*). Laji oli aikanaan kuollut sukupuuttoon jääkauden lopulla noin 12 000 vuotta sitten. Se oli elänyt Pohjois-Amerikan aroilla ja saalistanut suuria kasvinsyöjiä, kuten muinaisbiisoneita ja maalaiskiaisia. Kooltaan se oli hiukan suurempi kuin nykyinen harmaasusi (*Canis lupus*). (Fox-Dobbs ym. 2007; Perri ym. 2021; Gedman ym. 2025.)

Yrityksen sanoin kyseessä oli ensimmäinen kerta, kun hävinnyt laji oli palautettu sukupuutosta tieteen keinoin. Miten tähän oli päädytty?

Colossal Biosciences esitteli hirviösuden pentuja Romulus ja Remus suuren mediahuomion saattamana.

Ensimmäinen keinotekoinen kloonaukseen suoritettiin jo 1960-luvulla.

UNELMIA LAJIEN PALAUTTAMISESTA ON OLLUT PITKÄÄN

Hirviösuden tapaus ei ole ensimmäinen kerta, kun hävinneitä lajeja on pyritty tuomaan takaisin. Jo 1920-luvulla saksalaiset veljekset **Heinz** ja **Lutz Heck** aloittivat takaisinristeytysohjelman palauttaakseen villin alkuhärän (*Bos primigenius*) (Shapiro 2015; Stokstad 2015).

Alkuhärkä oli eläin, josta nauta oli kesytetty historian saatossa kotieläimeksi. Se säilyi pitkään luonnonvaraisena maatalouden rinnalla, mutta viimeinen kanta kuoli sukupuuttoon Jaktorowskin kuninkaallisessa metsässä 1600-luvun alussa (Shapiro 2015; Stokstad 2015).

Heckin veljekset arvelivat, että jos nauta on jalostettu alkuhärästä, niin silloin alkuhärkä voitaisiin vastaavasti jalostaa takaisin naudasta. Vaikka Heckin veljesten jalostama nautarotu tunnetaan nykyisin Heckin alkuhärkänä, niin tuskin sitä voidaan pitää uudeleen luotuna alkuhärkänä (Stokstad 2015).

Takaisinristeytyksessä kantaa jalostetaan niin, että valinta suosii alkuperäisen kanta-muodon ominaisuuksia. Takaisinristeyty-

pohjautuu pääasiassa geneettiseen rekombinaatioon eli olemassa olevan geneettisen muuntelun hitaaseen uudelleenjärjestelyyn valintapaineen mukaisesti. Jos alkuhärän geenejä ei ole nykyisissä nautaroduissa, niitä ei voi risteyttämällä tuoda takaisin. Alkuhärälle ominaiset perimän osat on silloin monistettava jostakin muualta (Shapiro 2015; Shapiro 2017).

Eliön koko perimä voidaan monistaa kloonauksen avulla, jolloin alkuperäisestä yksilöstä muodostuu kloni eli toinen, perimältään yhdenmukainen yksilö. Ensimmäinen keinotekoinen kloonaukseen suoritettiin jo 1960-luvulla, kun **John Gurdon** siirsi afrikankynsisammakon (*Xenopus laevis*) nuijapään suoliston pintasoluista tumia munasoluihin, joista hän sitten kasvatti uusia yksilöitä (Gurdon 1962; Gurdon ja Uehlinger 1966).

Seuraavat läpimurrot nähtiin 1990-luvulla, kun skotlantilainen Dolly-lammas sekä ensimmäiset hiiret kloonattiin vastaavalla tumansiirtotekniikalla (Campbell ym. 1996; Wilmut ym. 1997; Wakayama ym. 1998). Sen jälkeen menetelmät ovat entisestään kehittyneet, ja monia lemmikkilajeja sekä



Dolly-lammas kloonattiin Skotlannissa vuonna 1996. Se jouduttiin lopettamaan sairauden vuoksi vuonna 2003.

kotieläimiä onkin jo kloonattu menestyksekkäästi.

Ajatus kadonneiden lajien kloonauksesta heräsi nopeasti, kun muiden lajien kanssa oli tehty onnistuneita kokeita. Lähelle onnistumista päästiin jo vuonna 2003, kun Iberian niemimaalla esiintynyttä pyreneidenvuorikauriin alalajin bukardon (*Capra pyrenaica pyrenaica*) kantaa haluttiin elvyttää.

Bukardo oli kuollut sukupuuttoon joitakin vuosia aiemmin, mutta tutkijat onnistuivat keräämään talteen kudoksen viimeisestä yksilöstä juuri ennen tämän kuolemaa. Kudoksenäytteestä siirrettiin tumia kesyvuoheun munasoluihin, jotka vuorostaan siirrettiin siiaissynnyttäjinä toiminneisiin naarasvuohiin. Sadoista alkioista vain yksi selvisi hengissä koko raskauden ajan, mutta se menehtyi heti

syntymän jälkeen keuhkoissa ilmenneen kehityshäiriön takia (Folch 2009).

Toinen osittainen edistysaskel otettiin vuonna 2013, kun australialaiset tutkijat siirsivät 1980-luvulla hävinneen vatsassa-hautojakonnan (*Rheobatrachus silus*) tumia pakastimessa säilyneistä näytteistä toisen lähisukuisen sammakkolajin munasoluihin. Kloonatut munasolut kykenivät jakautumaan, mutta yksilönkehitys ei edennyt ensimmäisiä solunjakautumisia pidemmälle (Shapiro 2015).

Epäonnistumiset eivät ole tutkijoita lanvistaneet, vaan entistä kunnianhimoisimmista hankkeista on haaveiltu. Voitaisiinko palautusyrityksissä edetä vieläkin kauemmaksi historiassa, jopa takaisin jääkaudelle?

Mammutin (*Mammuthus primigenius*) kloonauus on kohonnut sukupuutosta palauttamisen Graalin maljaksi ja perimmäiseksi päämääräksi. Kun vuonna 1997 Siperiasta löydettiin erinomaisesti säilynyt Jarkovin mammuttiroho, säilyneitä solutumia etsittiin kuumeisesti mutta tuloksetta (Shapiro 2015).

Seuraavaksi vuonna 2002 löydetty Yukagirin mammuttiroho herätti unelmat jälleen henkiin, ja japanilainen tutkija **Akira Iritani** ryhmäläisineen onnistuikin eristämään ruhosta tuman ja siirtämään sen hiiren munasoluihin (Kato ym. 2009; Shapiro 2015). Tumansiirron jälkeen mitään ei kuitenkaan tapahtunut, ja Iritani päätti jäädä odottamaan seuraavaa mahdollisuutta.

Vuonna 2013 löytyi toistaiseksi parhaiten säilynyt mammuttiroho Yuka, josta nyt jo 90-vuotias Iritani jälleen siirsi tuman hiiren munasoluun. Tällä kertaa tumassa havaittiin jo jonkinasteista uudelleenaktivoitua, mutta solunjakautumiseen munasolu ei edelleenkään edennyt. (Yamagata ym. 2019.) Suurista puheista huolimatta mammutin kloonauus tumansiirrolla ei siis näytä toteutuvan.

Tämän seurauksena monet tutkijat olivat alkaneet epäillä, voidaanko pelkästään tumansiirron avulla palauttaa hävinneitä lajeja. Tuloksellinen tumansiirto nimittäin edellyttää onnistuakseen paljon eläviä solutumia, joita kaikesta päätellen ei saada kerättyä kadonneista lajeista riittävässä määrin. Sen sijaan katse oli alkanut kääntyä kokonaisesta perimästä siitä säilyneisiin palasiin eli muinais-DNA:han. Vaikka kokonaista muinais-tumaa tuskin pystyttäisiin kloonamaan, niin kenties se voitaisiin koota pala palalta uudelleen.

MUINAIS-DNA JA SYNTEETTINEN BIOLOGIA AVAAVAT UUSIA MAHDOLLISUUKSIA

Nimensä mukaisesti muinais-DNA on sellaista DNA:ta, jota on onnistuttu eristämään jostakin muinaisesta lähteestä. DNA-molekyyli hajoaa ajan mittaan, mutta parhaassa tapauksessa DNA voi säilyä sekvensointikel-poisena vielä noin miljoonan vuoden ajan.

Mammutin kloonauus on kohonnut sukupuutosta palauttamisen Graalin maljaksi.

Ensimmäinen muinais-DNA-näyte kerättiin vuonna 1984 seepransukuisesta kvaggasta (*Equus quagga quagga*). Nobel-palkittu **Svante Pääbo** onnistui taas sekvensoimaan DNA:ta egyptiläisistä mummioista vuotta myöhemmin (Higuchi ym. 1984; Pääbo 1985).

1990-luvun mittaan julkaistiinkin monia häkellyttäviä tutkimuksia, joissa väitettiin DNA:n säilyneen jopa satoja miljoonia vuosia meripihkaan juuttuneissa hyönteisissä (Cano ym. 1993; Pääbo ym. 2004; Shapiro 2015). Kehitystä vauhditti myös yleistynyt PCR-tekniikka, jota voidaan käyttää DNA-jaksojen kopioimiseen. Tulokset tosin olivat liian hyviä ollakseen totta, ja sekvenssit osoittautuivatkin myöhemmin ulkoiseksi kontaminaatioksi: näytteisiin oli sotkeutunut nykyisten hyönteisten DNA:ta tutkimusympäristöstä (Pääbo ym. 2004; Shapiro 2015).

Tekniikan kehitys on tehostanut sekvensointia entisestään 2000-luvulla. Pääbon tutkimusryhmä julkaisi ensimmäisen version neandertalilaisen perimästä vuonna 2010 (Green ym. 2010). Vastaavasti tietämys muiden kadonneiden lajien perimästä on tar-

kentunut, ja muun muassa mammutin ja moalintujen perimiä on jo pystytty sekvensoimaan (Van der Valk ym. 2021; Edwards ym. 2024). Mutta eikö muinaisen DNA:n sekvensoinnista ole vielä pitkä matka sukupuuton peruuttamiseen? Miten se voitaisiin edes tehdä?

Jo 1990-luvulla tieteiselokuva *Jurassic Park* esitteli suurelle yleisölle genomimuokkauksen ja synteettisen biologian periaatteen. Siinä dinosaurukset herätettiin henkiin eristämällä muinais-DNA:ta hyönteisistä, jotka olivat säilyneet meripihkassa, ja lisäämällä nämä osat sammakon perimään (Crichton 1990). Vaikka dinosaurusten DNA:ta ei todellisuudessa ole säilynyt, niin genomimuokkauksen periaate on varteenotettava vaihtoehto lajien palauttamiseksi (Shapiro 2015; Shapiro 2017; Novak 2018).

Periaatteessa hävinneen lajin DNA:ta voidaan verrata läheisimmän elossa olevan lajin perimään eroavaisuudet merkiten. Sitten elossa olevan solun genomia muokattaisiin geenitekniikan keinoin, ja lopulta muokattu alkio siirrettäisiin sijaissynnyttävään lähi-

Muokatut solut siirrettiin tumattomiin harmaasusien munasoluihin, kasvavat alkiot siirrettiin sijaissyntyviin naaraskoiriin ja ensimmäiset hirviösudet syntyivät.

lajiin (Shapiro 2015; Shapiro 2017; Novak 2018). Mutta tämä onkin helpommin sanottu kuin tehty.

Vuoteen 2012 saakka genomien muokkaus pohjautui pääasiassa sinkkisorminukleaaseihin sekä TALEN-proteiineihin. Menetelminä ne eivät kuitenkaan olleet tarpeeksi täsmällisiä ja tehokkaita. Muutoksen tilanteeseen toivat geenisakset eli CRISPR-Cas9-menetelmä, jossa opas-RNA kohdentaa muokkauksen tarkasti perimään. (Jinek ym. 2012; Shapiro 2015.)

Uusien menetelmien näkymistä puhuttiin jo maaliskuussa 2013 suursuosion saanessa TEDxDeExtinction-tapahtumassa, jonka Revive & Restore -järjestö järjesti yhteistyössä National Geographic Societyn kanssa (Shapiro 2015; Novak 2018). Kuukautta myöhemmin yhdistyksen aikakauslehti *National Geographic* julkaisi sukupuutosta palauttamisen etusivun juttunaan, jonka jälkeen hävinneiden lajien henkiinherätys viimeistään nousi sekä yliopistomaailman että suuren yleisön tietoisuuteen (Shapiro 2015; Novak 2018).

Muinais-DNA:n ja synteettisen biologian menetelmät alkoivat olla valmiiksi kehittyneitä. Vasta kokeet kuitenkin paljastaisivat, voisiko genomimuokkaus todella toimia lajien palauttamiseksi.

STARTUP COLOSSAL BIOSCIENCES ETENI SANOISTA TEKOIHIN

Revive & Restore -järjestö ilmoitti aluksi tavoittelevansa ensisijaisesti muuttokyyhkyn (*Ectopistes migratorius*) palauttamista, mutta mammutti lisättiin pian tavoitelajien listaan. Syyskuussa 2021 mammutin palautus erkani omaksi hankkeekseen, jonka pohjalta Colossal Biosciences -yritys perustettiin (DeFrancesco 2021).

Colossal Biosciences sai aluksi 15 miljoonan dollarin siemenrahoituksen, mutta tammi-kuuhun 2025 mennessä sen kokonaisarvo oli jo 10 miljardia dollaria (Callaway 2025). Kesään 2023 mennessä yritys oli laajentanut toimintaansa ja ilmoitti tavoittelevansa myös pussihukan (*Thylacinus cynocephalus*)



Hirviösudet olivat noin 1,5 metriä pitkiä ja painoivat noin 50 kiloa.

sekä dodolinnun (*Raphus cucullatus*) palauttamista sukupuutosta (Regalado 2025). Maaliskuussa 2025 Colossal nousi otsikoihin ilmoitettuaan, että yritys oli luonut mammutinkarvaisia hiiriä ensiaskeleena kohti mammutin palauttamista (Kluger 2025; Chen ym. 2025). Suurimman uutisen julkistus sai vielä odottaa huhtikuun alkuun.

Colossal oli kaikessa hiljaisuudessa eristänyt hirviösuden DNA:ta 72 000 vuotta van-

hasta kallosta sekä 13 000 vuotta vanhasta hampaasta ja sekvensoinut hirviösuden genomia uudelleen. Vertailevassa analyysissä lähimmäksi elossa olevaksi sukulaislajiksi oli osoittautunut harmaasusi, ja geeninmuokkaukselta varten oli valittu 20 muutosta 14 geenin kohdalta. Vertailun pohjalta näiden muutosten oletettiin kasvattavan ruumiinkokoa, vaalentavan turkkia ja muuttavan kasvopiirteitä. (Gedman ym. 2025; Regalado 2025.)

Uuden menetelmän avulla harmaasusien verenkierrosta oli eristetty endoteelisolujen esiastesoluja, joiden tumiin muokkaukset kohdistettiin. Muokatut solut siirrettiin tumattomiin harmaasusien munasoluihin, kasvavat alkiot siirrettiin sijaissyntyttäviin naaraskoiriin ja ensimmäiset hirviösudet syntyivät lokakuussa 2024 keisarinleikkauksen jälkeen. (Kluger 2025.)

Maanantaina 7. huhtikuuta 2025 Colossalin hirviösusi komeili *Time*-lehden artikkelissa. Mediaspektaakkeli oli valmis. (Kluger 2025.)

OLLAKO HIRVIÖSUSI VAI EI?

Ensimmäisinä päivinä Iso-Britannian yleisradioyhtiö BBC uutisoi, kuinka asiantuntijat kiistivät väitteet hirviösuden palauttamisesta sukupuutosta. Uutisartikkelissaan BBC haastatteli uusiseelantilaisen Otagon yliopiston paleogeneetikkoa **Nic Rawlencea**, jonka mielestä Colossalin otukset olivat harmaasusia, joilla on joitakin hirviösusimaisia piirteitä. (Gill 2025.) Samoin Mainen yliopiston paleoekologi **Jacquelyn Gill** oli vahvasti sitä mieltä, ettei hirviösutta ollut herätetty henkiin. Englantilaisen Francis Crick -instituutin **Pontus Skoglund** puolestaan kyseenalaisti, luovatko 20 geneettistä muutosta todellakin hirviösuden (Jacobs 2025).

Tapaus nousi uutisiin myös Suomessa. *Hel-singin Sanomat* nosti esiin asiantuntijoiden varauksellisen suhtautumisen, MTV Uutiset

viittasi globaalin ekologian professorin **Corey Bradshaw'n** epäilyksiin, ja *Suomen Kuvalehden* kolumnissaan perinnöllisyystieteilijä **Tiina Raevaara** koki yrityksen tuottaneen geenimuunneltuja harmaasusia ja piti toimintaa ennen kaikkea julkisuustempuna (Kettunen 2025; Pikkarainen 2025; Raevaara 2025).

Kaiken kaikkiaan uutisoinnista saattoi saada sellaisen kuvan, että kasvoton yhdysvaltalaisyritys haki lähinnä julkisuutta, eivätkä sudet olleet oikeiden asiantuntijoiden mukaan hirviösusia. Toisaalta voidaan kiinnittää huomiota siihen, ketkä vastaavat Colossalin tieteellisestä toiminnasta.

Colossalin toimitusjohtaja **Ben Lamm** on taustaltaan ohjelmistokehittäjä ja menestynyt yrittäjä, kun taas toinen perustajista **George Church** on toiminut Harvardin yliopiston genetiikan professorina ja perustanut jopa 50 biotekniikan yritystä uransa aikana. Vuonna 2024 Colossalin tieteelliseksi johtajaksi rekrytoitiin paleogenomiikan johtaviin tutkijoihin kuuluva **Beth Shapiro**, joka päätti ottaa kolmen vuoden virkavapaan UCSC-yliopistosta pestin ajaksi. Shapiro on julkaissut lukuisia tutkimuksia sukupuutosta palauttamiseen liittyen. Kaikesta päätellen Colossalin toiminta on siis osaavien tutkijoiden vastuulla.

Shapiro on puolustanut yhtiön työtä pitäen susia hirviösusina ja hanketta siten onnistuneena sukupuutosta palauttamisena (Gill 8.4.2025). Hän viittaa Kansainväli-

sen luonnonsuojeluliiton määritelmään, jonka mukaan sukupuutosta palauttamisen päämääränä ei välttämättä ole muinaisen genomien täydellinen jälleenrakennus, vaan ennen kaikkea hävinnyttä lajia jäljittelevän toiminnallisen vastineen luominen (IUCN 2016; Colossal Biosciences 2025). Colossalin sudet eivät Shapiron mielestä ole harmaasusia, ja hänestä onkin filosofinen kysymys, ovatko ne hirviösusia vai eivät (Regalado 2025).

Kysymys Colossalin susien laji-identiteetistä ei ole yhtä suoraviivainen kuin ensisilmäyksellä voisi olettaa. Ensinnäkin lajikäsitemä ei ole yksiselitteinen, vaikka laji on tieteellisen luokittelun perusyksikkö. Pitkään lajeja erotettiin ulkomuodon ja rakenteen perusteella morfologisen lajikäsitteen mukaisesti, kun taas **Ernst Mayrin** biologinen lajikäsitemä vuodelta 1942 määritteli lajin sellaiseksi yksilöjoukoksi, jonka jäsenet pystyvät tuottamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä keskenään. (Mayr 1942; Shapiro 2015.)

Jos se kävelee kuin hirviösusi ja äänтелеe kuin hirviösusi, niin eikö se ala olla hirviösusi?

Koska Colossalin susia ei voida risteyttää sukupuuttoon kuolleiden hirviösusien kanssa, niin sukupuutosta palauttamisen kohdalla jokin muu kuin Mayrin lajikäsitemä tulee vääjäämättä tarpeeseen. Toiseksi ei ole tiedossa, kuinka suuri osa harmaasuden ja hirviösuden välisistä geneettisistä eroista todella määrittää lajieron. Suurin osa eroista on neutraaleja, ja siksi merkittävät erot sijaitsevat tietyissä avaingeeneissä ja säätelyjaksoissa (Novak 2018).

Hirviösusi on tietenkin ollut evoluution kohteena lajin olemassaolon ajan, joten lajin perimässä on ollut sekä maantieteellistä että ajallista vaihtelua. Jos laji taas palautettaisiin luontoon, niin sekä sen genomi että epigenomi alkaisivat sopeutua uuteen ihmisvaikutteiseen ympäristöön, joten kopioitu perimä ei kuitenkaan pysyisi muuttumattomana pitkään. (Shapiro 2025.)

Jos se kävelee kuin hirviösusi ja äänтелеe kuin hirviösusi, niin eikö se ala olla hirviösusi tai ehkä hirviösusi 2.0?

Perinteinen luonnonsuojelu ei kaikkien lajien kohdalla enää riitä.

MIKSI LAJEJA HALUTAAN PALAUTTAA SUKUPUUTOSTA?

Vaikka lajin muinais-DNA:ta on saatu sekvensoitua, genomi muokattua ja perustajayksilöt synnytettyä, haasteet eivät siihen lopu. Seuraavaksi yksilöitä on pidettävä hengissä, harjaannutettava lajityypilliseen käyttäytymiseen ja päästettävä johonkin elinympäristöön. Jos laji päästettäisiin takaisin luontoon, niin sen täytyisi löytää ravintoa ja vältellä mahdollisia saalistajia. (Shapiro 2015.)

Luontokato eli luonnon monimuotoisuuden väheneminen etenee kaikkialla maapallolla. Ihmistoiminta tuhoaa ja pirstaloittaa elinympäristöjä, muuttaa ilmastoja, saastuttaa luontoa sekä tuo haitallisia vieraslajeja uusille alueille. Jos sukupuuttoon kuolleita lajeja herätettäisiin takaisin henkiin, niin niitä kohtaisi sama vaara kuolla sukupuuttoon kuin muitakin elossa olevia lajeja.

Monet ovat kyseenalaistaneet, kannattaako voimavaroja todella kohdentaa lajien palauttamiseen, kun niitä kipeästi tarvitaan

luontokadon torjuntaan. Jos lajien palauttaminen esitetään julkisuudessa yksinkertaisena ja täydellisenä toimenpiteenä, niin kiinnostus luonnonsuojeluun ja sen rahoitus saattavat kärsiä. (Shapiro 2015; Novak 2018; Höglund 2025.)

Palautetut lajit voisivat toisaalta ehkäistä luontokatoa. Colossal onkin ilmoittanut tavoittelevansa uusilla tekniikoillaan luonnon monimuotoisuuden turvaamista, ja se on luonut kumppanuuksia useiden luonnonsuojelujärjestöjen kanssa tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

Jotkut lajit, kuten muuttokyyhky ja pussihukka, kuolivat sukupuuttoon pääasiassa metsästyksen seurauksena, jolloin niille sopivia elinympäristöjä on edelleen jäljellä. Niin ikään palautetut lajit voisivat toimia ekosysteemien avainlajeina tai ekosysteemi-insinööreinä, jotka edistäisivät koko ekosysteemin toimintaa ja muiden lajien suojelua. Esimerkiksi Yellowstonen kansallispuistoon palautettiin sudet 1990-luvulla, minkä seu-

rauksena koko kansallispuiston monimuotoisuus lisääntyi. (Novak 2018; Turner ym. 2025.) Palautetut mammutit voisivat kuvitelmassa laiduntaa Siperian tundralla, tunkeuttaa kylmää ilmaa syvemmälle maaperään, pitää ikiroudan tukevammin jäässä ja siten torjua ilmaston lämpenemistä (Shapiro ym. 2025).

Sukupuutosta palauttamisen vuoksi tehty työ edistää myös perustutkimusta. Sen ansiosta on saatu parempaa tietoa muinaisista lajeista, ja kehitettyjä menetelmiä voidaan hyödyntää elossa olevien lajien suojeluun. Esimerkiksi uhanalaisen mustajalkahillerin (*Mustela nigripes*) kannan geneettistä monimuotoisuutta on onnistuttu lisäämään tumansiirroilla, minkä toivotaan ehkäisevän lajin sisäsiittoisuutta (Turner ym. 2025).

Hirviösusiprojektin myötä Colossal kehitti samalla tumansiirto- ja genomimuokkaus-tekniikoita, jotka liittyvät äärimmäisen uhanalaiseen punasuteen (*Canis rufus*). Niiden avulla pyritään lisäämään punasusien jäljellä olevan populaation monimuotoisuutta suojelutarkoituksessa (Turner ym. 2025).

Eikä perinteinen luonnonsuojelu kaikkien lajien kohdalla enää riitä. Zairenleveähuulisarvikuonosta (*Ceratotherium simum cottoni*) on enää jäljellä vain kaksi naarasta, minkä vuoksi uusia palautustekniikoita tarvitaan lajin elossa pitämiseksi. Samanlaisessa tilanteessa olevien lajien lukumäärä luultavasti lisääntyy tulevaisuudessa (Turner ym. 2025).

ONKO MEILLÄ OIKEUS HERÄTTÄÄ LAJEJA HENKIIN?

Vaikka lajien palauttamisen yhteiskunnalliset ja ekologiset hyödyt koettaisiin sen kustannuksia suuremmiksi, teon oikeutus herättää silti monia kysymyksiä. Voidaan kysyä, liittyykö lajien palauttamiseen ennalta arvaamattomia riskejä, kuten uudelleen aktivoituvia taudinaiheuttajia tai muiden lajien ahdinkoa, jos palautettu laji leviääkin haitallisena vieraslajina luontoon.

Toisaalta on pohdittava, missä määrin ihmislajilla on oikeus päättää muiden lajien kohtalosta ja luonnon kulusta. Tähän asti olemme puhuneet vain eläimistä emmekä muista eliöistä, kuten kasveista tai sienistä. Näyttääkin siltä, että haluamme palauttaa lähinnä ihmisille samaistuttavia lajeja ja kenties luoda itsellemme uusia eksoottisia lemmikkejä. Leikimmekö siis jumalaa palauttaessamme lajeja?

Kysymys voidaan kääntää niinkin päin, että onko meillä itse asiassa velvollisuus tuoda takaisin sellaisia lajeja, jotka olemme ajaneet yhteisellä planeetallamme sukupuuttoon. Ovatko ihmisen hävittämät lajit oikeutettumpia paluuseen kuin muut? Mitkä lajit pitäisi yrittää palauttaa, ja ketkä asiasta päättävät?

Elämä on jatkuvaa uusiutumista. Luonto ei ole pysyvä kokonaisuus, vaan jatkuvasti uudelleen rakentuva järjestelmä. Energia virtaa, materia kiertää ja eliöt lisääntyvät. Itsekkäät geenit monistuvat ja pyrkivät eteen-

päin käyttäen eliöitä välineinään. Samoin sukupuuttoon kuolleiden lajien geenit pyrkivät monistumaan jopa haudan takaa yhden elossa olevan ihmisapinalajin turvin.

—
Jakke Neiro on tutkijatohtori Karoliinisessa instituutissa Ruotsissa.

KIRJALLISUUS

- Callaway, E. 2025. This company claimed to 'de-extinct' dire wolves. Then the fighting started. *Nature* 644, 21–23.
- Campbell, K. H., McWhir, J., Ritchie, W. A. ja Wilmut, I. 1996. Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line. *Nature* 380, 64–66.
- Cano, R. J., Poinar, H. N., Pieniazek, N. J., Acra, A. ja Poinar Jr, G. O. 1993. Amplification and sequencing of DNA from a 120–135-million-year-old weevil. *Nature* 363, 536–538.
- Chen, R., Coquelin, M. L., Srirattana, K., Sampaio, R. V. ym. 2025. Multiplex-edited mice recapitulate woolly mammoth hair phenotypes. *bioRxiv*, 2025.03.03.64122. Colossal Biosciences. 2025. Did we make dire wolves? Chief Scientist answers Hank Green. https://www.youtube.com/watch?v=fJll_R9xUuk. Viitattu 25.6.2025.
- Crichton M. 1990. *Jurassic Park*. Ballantine books.
- DeFrancesco, L. 2021. Church to de-extinct woolly mammoths. *Nature Biotechnology* 39, 1171. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-01096-y>.
- Edwards, S. V., Cloutier, A., Cockburn, G., Driver, R., Grayson, P., Katoh, K., Baldwin, M. W., Sackton, T. B. ja Baker, A. J. 2024. A nuclear genome assembly of an extinct flightless bird, the little bush moa. *Science advances* 10, eadj6823.
- Folch, J., Cocero, M. J., Chesné, P., Alabart, J. L., Domínguez, V., Cognié, Y., Roche, A., Fernández-Arias, A., Martí, J. I., Sánchez, P., Echegoyen, E., Beckers, J. F., Bonastre, A. S. ja Vignon, X. 2009. First birth of an animal from an extinct subspecies (*Capra pyrenaica pyrenaica*) by cloning. *Theriogenology* 71, 1026–1034.
- Fox-Dobbs, K., Bump, J. K., Peterson, R. O., Fox, D. L. ja Koch, P. L. 2007. Carnivore-specific stable isotope variables and variation in the foraging ecology of modern and ancient wolf populations. Case studies from Isle Royale, Minnesota, and La Brea. *Canadian Journal of Zoology* 85, 458–471.
- Gedman, G. L., Morrill Pirovich, K., Oppenheimer, J., Hyseni ym. B. 2025. On the ancestry and evolution of the extinct dire wolf. *bioRxiv*, 2025.04.09.647074.
- Gill, V. 2025. Experts dispute claim dire wolf brought back from extinction. BBC. <https://www.bbc.com/news/articles/c4g9ejy3gdvo>. Viitattu 28.12.2025.
- Green, R. E., Krause, J., Briggs, A. W., Maricic, T. ym. 2010. A draft sequence of the Neandertal genome. *Science* 328, 710–722.
- Gurdon, J. B. 1962. The developmental capacity of nuclei taken from intestinal epithelium cells of feeding tadpoles. *Development* 10, 622–640.
- Gurdon, J. B. ja Uehlinger, V. 1966. "Fertile" intestine nuclei. *Nature* 210, 1240–1241.
- Herridge V. 2021. Before making a mammoth, ask the public. *Nature* 598, 387.
- Higuchi, R., Bowman, B., Freiberger, M., Ryder, O. A. ja Wilson, A. C. 1984. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature* 312, 282–284.
- Höglund, J. 2025. How to clone a Dire Wolf? *EMBO reports* 26, 2969–2970.
- IUCN 2016. IUCN SSC guiding principles on creating proxies of extinct species for conservation benefit.
- Jacobs, P. 2025. Is the dire wolf back from the dead? Not exactly. *Science*. <https://www.science.org/content/article/dire-wolf-back-dead-not-exactly>. Viitattu 28.12.2025.
- Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A. ja Charpentier, E. 2012. A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* 337, 816–821.
- Kato, H., Anzai, M., Mitani, T., Morita, M. ym. 2009. Recovery of cell nuclei from 15,000 years old mammoth tissues and its injection into mouse enucleated matured oocytes. *Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and biological sciences* 85, 240–247.
- Kettunen, V. 2025. Sukupuuttoon kuollut hirviösusi herätettiin henkiin USA:ssa, videoita julkaissut yritys väittää. *MTV Uutiset*. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/sukupuuttoon-kuollut-hirviösusi-heratettiin-henkiin-usa-ssa-videoita-julkaissut-yritys-vaittaa/9133836>. Viitattu 28.12.2025
- Kluger, J. 2025. The Science behind the return of the dire wolf. *Time*. <https://time.com/7275439/science-behind-dire-wolf-return/>. Viitattu 25.6.2025
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species, from the viewpoint of a zoologist*. Harvard: Harvard University Press.
- Novak B. J. 2018. De-Extinction. *Genes* 9, 548.
- Perri, A. R., Mitchell, K. J., Mouton, A., Álvarez-Carretero, S. ym. 2021. Dire wolves were the last of an ancient New World canid lineage. *Nature* 591, 87–91.
- Pikkarainen, E. 2025. Yritys väittää herättäneensä henkiin sukupuuttoon kuolleen hirviösuden. *Helsingin Sanomat*. <https://www.hs.fi/tiede/art-2000011155904.html>. Viitattu 25.6.2025.
- Pääbo, S. 1985. Molecular cloning of ancient Egyptian mummy DNA. *Nature* 314, 644–645.
- Pääbo, S., Poinar, H., Serre, D., Jaenicke-Despres, V. ym. 2004. Genetic analyses from ancient DNA. *Annual review of genetics* 38, 645–679.
- Raevaara, T. 2025. Hirviösusia ei tehdä luontoa vaan julkisuutta varten. *Suomen Kuvalehti*. <https://suomenkuvalehti.fi/tarinoitatieesta/hirviösusia-ei-tehda-luontoa-vaan-julkisuutta-varten/?shared=2320-cb6262f5-1>. Viitattu 25.6.2025.
- Regalado, A. 2025. Game of clones. Colossal's new wolves are cute, but are they dire? *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.com/2025/04/08/1114371/game-of-clones-colossals-new-wolves-are-cute-but-are-they-dire/>. Viitattu 25.6.2025.
- Shapiro, B. 2015. *How to clone a mammoth. The science of de-extinction*. Princeton: Princeton University Press.
- Shapiro, B. 2017. *Pathways to de-extinction. How close can we get to resurrection of an extinct species?* *Functional Ecology* 31, 996–1002.
- Shapiro, B., Sterling, J., Grinstein, J. ja Davies, K. 2025. Ancient DNA and the De-Extinction Debate. An Interview with Beth Shapiro. *GEN Biotechnology* 4, 139–144.
- Stokstad, E. 2015. Bringing back the aurochs. *Science* 350, 1144–1147.
- Turner, S. D., Keyte, A., Pask, A. ja Shapiro, B. 2025. De-extinction technology and its application to conservation. *Journal of Heredity*, esaf069.
- van der Valk, T., Pečnerová, P., Díez-Del-Molino, D., Bergström, A. ym. L. 2021. Million-year-old DNA sheds light on the genomic history of mammoths. *Nature* 591, 265–269.
- Wakayama, T., Perry, A. C., Zuccotti, M., Johnson, K. R. ja Yanagimachi, R. 1998. Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei. *Nature* 394, 369–374.
- Wilmut, I., Schnieke, A. E., McWhir, J., Kind, A. J. ja Campbell, K. H. 1997. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature* 385, 810–813.
- Yamagata, K., Nagai, K., Miyamoto, H., Anzai, M. ym. 2019. Signs of biological activities of 28,000-year-old mammoth nuclei in mouse oocytes visualized by live-cell imaging. *Scientific reports* 9, 4050.