

***Arachnopeziza*-sienisuvun lajit ja fylogenia**

Maria Erälinna

Biologia (evoluutiobiologia ja ekologia)

LuK-tutkielma

Laajuus: 8 op

Ohjaajat:

Timo Kosonen

Sami Merilaita

31.7.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti
tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Pääaine: Biologia

Tekijä: Maria Erälinna

Otsikko: *Arachnopeziza-sienisuvun lajit ja fylogenia*

Ohjaajat: Timo Kosonen ja Sami Merilaita

Sivumäärä: 25 sivua

Päivämäärä: 31.7.2025

Arachnopeziza Fuckel on vuonna 1870 kuvattu sienisuku, johon kuuluvat lajit ovat vaihdelleet systematiikan menetelmien kehittyessä. Aiemmin morfologian ja histokemiallisten tuntomerkkien perusteella päätelyjä taksonien sukulaisuussuhteita eli fylogeniaa voidaan tarkastella uudelleen modernien geneettisten ja tilastotieteellisten menetelmien avulla. Lisäksi kansainvälistä tutkimusta on nopeuttanut ja helpottanut eri puolilta maailmaa kerättyjen ja määriteltyjen näytteiden perimän sekvenssidatan kokoaminen julkisille sähköisille alustoille. Tässä kandidaattitutkielmassa tutkittiin ensin kirjallisuuden perusteella, mitkä lajit katsotaan kuuluvaksi *Arachnopeziza*-sienisukuun. Tämän jälkeen suvun lajien sisäisiä sukulaisuussuhteita tutkittiin Maximum likelihood (ML) -menetelmällä, jonka analyysin tuotteena syntyy fylogeneettinen puu. Aineistoina toimivat MycoBank-tietokannasta löytyvät *Arachnopeziza*-suvun lajinimet ja GenBank-tietokantaan *Arachnopeziza*-suvun lajitasolle määritellyt SSU-LSU geenialueen sekvenssit. Tavoitteena oli selvittää *Arachnopeziza*-sienisukuun kuuluvat lajit ja niiden keskinäiset sukulaisuussuhteet. Ensin listattiin sukuun tällä hetkellä kuuluvat lajit karsimalla suvun lajeiksi listatuista nimistä pois vanhentuneet nimet, kuten synonyymit. Lisäksi verrattiin fylogeneettisesti sekvenssidatasta sukuun nimettyjen lajien keskinäistä sukulaisuutta, ulkoryhmänä *Eriopezia caesia*. Toinen ML-tarkastelu kohdistettiin pelkästään lajeihin *A. aurata* ja *A. delicatula*, ulkoryhmänä *A. sphagniseda*. Kirjallisuuden perusteella *Arachnopeziza*-sukuun todettiin kuuluvaksi 32 lajia, joista 12 lajista oli sekvenssiaineisto saatavilla ML-analyysistä varten. Ensimmäisen ML-analyysin tuloksena tutkituista 12 lajista ainoastaan lajit *A. delicatula* ja *A. aurata* eivät ryhmäydy lajinimensä mukaisesti. Näistä selvästi omaksi joukokseen erottuu ”todellinen” *A. aurata*. Muut *A. delicatula* ja *A. aurata* -näytteet edustavat todennäköisesti lajia *A. delicatula*.

Avainsanat: systematiikka, fylogenia, genetiikka, kotelosienet, *Arachnopeziza*

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|------------|-------------------------------------|-----------|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | AINEISTO JA MENETELMÄT | 3 |
| 2.1 | MycoBank | 3 |
| 2.2 | GenBank..... | 4 |
| 3 | TULOKSET | 7 |
| 3.1 | MycoBank | 7 |
| 3.2 | GenBank..... | 10 |
| 4 | POHDINTA..... | 13 |
| 5 | KIITOKSET..... | 17 |
| 6 | VIITTEET | 18 |

1 JOHDANTO

Arachnopeziza on saksalaisen mykologin Karl Wilhelm Gottlieb Leopold Fuckelin vuonna 1870 kuvaama sienisuku (Fuckel 1870 s. 303–304). Suvun suomenkielinen nimi on seittikarvakat (Ulvinen ym. 1989). Taksonomisesti suku sijoittuu sienten kunnan kaareen kotelosienet (*Ascomycota*), alakaareen *Pezizomycotina*, luokkaan *Leotiomycotes* ja lahkoon *Helotiales*, edellisistä kunkin taksonin ollessa ryhmänsä suurin (Timonen ym. 2018 s. 27; Kosonen ym. 2021). *Helotiales*-lahkossa seittikarvakat kuuluvat *Arachnopezizaceae*-heimoon ja ovat heimon suurin suku (Kosonen ym. 2021).

Suvun kuvauksen yhteydessä Fuckel sisällytti seittikarvakoihin neljä lajia, *Arachnopeziza aurelia* (Pers.), *Arachnopeziza delicatula*, *Arachnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza Asteroma* (sic) (Fckl.). Listan ensimmäisenä lajina oli *Arachnopeziza aurelia* (Fuckel 1870 s. 303, Korf 1951b s. 160), suomeksi seittikarvakka (Hyvärinen ym. 2019 s. 256; laji.fi 2024). 80 vuotta myöhemmin sukua käsitteli perinpohjaisesti yhdysvaltalainen mykologi Richard P. Korf (1951b). Hän sisällytti *Arachnopezizeae*-tribukseen kolme sukua: *Eriopezia*, *Tapesina* ja *Arachnopeziza*, jonka hän määrittä tribuksen tyyppisuvuksi (Korf 1951b s. 139). *Arachnopeziza*-suvun tyyppilajiksi Korf valitsi lajin *Arachnopeziza aurata* viitaten Fuckelin sulkeneen *Arachnopeziza aurelia* -lajin pois suvusta suvun kuvaamisen jälkeen (Fuckel 1872 s. 337; Korf 1951b s. 132). Korf sisällytti sukuun kaksitoista lajia, joihin sisältyivät Fuckelin kuvaamista lajeista kaikki paitsi laji *A. asteroma*. (Korf 1951b s. 173). Lisäksi hän listasi epätäydellisesti tunnetuiksi ("species imperfectly known") 6 suvun nimeä kantavaa lajia ja yhden variaation.

Sittemmin suvun kokoonpanoa tarkastelivat perusteellisesti Kosonen kollegoineen (2021). Morfologisten ja histokemiallisten taksonituntomerkkien rinnalle oli 70 vuodessa kehittynyt geneettisiä keinoja verrata taksonien sukulaisuussuhteita toisiinsa. Esimerkiksi Kososen ym. (2021) käyttämässä Maximum likelihood (ML) -analyysissä lasketaan kuinka monta kertaa valitulla luvulla satunnaistamalla taksonit sijoittuisivat läheiseen evolutiiviseen suhteeseen toisiaan. Tämä numeerinen arvo ilmaistaan bootstrap-tukiarvona. Kun tukiarvo $ML-BP \geq 75\%$, taksonien katsotaan kuulunevan samaan oksaan (Kosonen ym. 2021). Analyysin lopputuloksena syntyy laskennallisesti todennäköisin fylogeneettisen puu.

Muun muassa Maximum likelihood -analyysiä käyttäen Kosonen ym. (2021) erottivat suvusta neljä kladia: *A. sphagniseda* ja *A. japonica* -kladien lajit liittyvät vahvasti sammaleihin, *A.*

leonina -kladin lajien karvoilla on pigmenttieritteitä ja ne esiintyvät kookkailla puumaisilla kasvualustoilla, sekä *A. delicatula* -kladi, jonka lehtipuulla ja sammalilla esiintyvien lajien karvoilla havaitaan hyaliiniresiiniä (Kosonen ym. 2021). Näihin neljään kladiin, ja täten sukuun kuuluviksi, he tunnistivat 13 lajia. Niistä he kuvasivat sukuun uusina lajeina kaksi (*A. estonica* ja *A. ptilidiophila*), joiden lisäksi kuuden lajin (*A. delicatula*, *A. japonica*, *A. leonina*, *A. ”sp. A”*, *A. ”sp. B”* ja *A. sphagniseda*) he katsoivat olevan suvun sisällä monofyleettisiä, itsenäisiä evoluutiolinjoja.

Kosonen ym. selvittivät myös *A. aurata* ja *A. delicatula* -lajien välisiä lajitunnistuksellisia epäselvyyksiä ja laajensivat suvun määritelmää siirtämällä silmämääräisesti karvattoman *Belonium sphagnisedum* -lajin sukuun nimellä *Arachnopeziza sphagniseda*. Lisäksi he tunnistivat *Arachnopezizaceae*-heimosta *Arachnopeziza*-suvun vankaksi monofyleettiseksi sisarryhmäksi yksilajisen (monotyypin) *Eriopezia*-suvun (Kosonen ym. 2021).

Seittikarvakoiden sukuun kuuluvat lajit, suvun määritelmä ja systematiikan keinot ovat siis kaikki muuttuneet suuresti viimeisen 150 vuoden aikana. Erityisesti genetiikan ja sekvenssianalyysien kehittyminen on edistänyt muun muassa Kosonen ym. (2021) suorittamien fylogeneettisten analyysien tekemistä ja uusien lajien kuvaamista. Valitettavan monen muun sienisuvun tavoin *Arachnopeziza*-suvun lajeista ei kuitenkaan ole ajantasaista ja kattavaa listaa. Viimeisimmän monografiatasoisen katsauksen sukuun kuuluvista lajeista teki Korf vuonna 1951 (b), minkä jälkeen sukuun kuuluvat lajit ovat muuttuneet monesti (esimerkiksi Baral 1989; Hosoya & Otani 1997; Han ym. 2014; Kosonen ym. 2021).

Tässä tutkielmassa selvitetään kirjallisuuden pohjalta *Arachnopeziza*-sienisukuun kuuluvat lajit ja avoimen sekvenssiaineiston perusteella suvun sisäisen fylogenen järjestyminen. Kosonen ym. (2021) havaintojen perusteella tarkastellaan myös erikseen lajien *Arachnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza delicatula* fylogenia. Fylogeneettiset puut rakennetaan Maximum likelihood -analyysillä, jonka sekvenssiaineistona käytetään tumassa säilynyttä ribosomaalista RNA:ta (nuclear-retained RNA, nrRNA, vrt. esim. mitoribosomaalinen mrRNA) tuottavaa SSU-LSU-geenialuetta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tähän kandidaattitutkielmaan sisältyy kaksi lajitason aineistoa. Ensimmäinen aineisto on MycoBank-tietokannasta (<https://www.mycobank.org/>; MycoBank 2024) ladatusta lajilistasta kirjallisuuden perusteella koottu ajantasainen lista sukuun luettavista lajeista. Toinen aineisto on GenBank-tietokannasta (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>; Benson 2013) ladatut *Arachnopeziza*-suvun lajitasolle määritellyt, nrRNA:ta tuottavan SSU-LSU-geenialueen DNA-sekvenssit, joista muodostettiin analyysin tuloksena fylogeneettinen puu. Lisäksi tästä sekvenssiaineistosta karsittiin lajien *Arachnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza delicatula* vertailuun toinen, näihin keskittyvä, sekvenssiaineisto, josta saatiin analyysin perusteella toinen fylogeneettinen puu.

2.1 MycoBank

MycoBank on sienten verkkotietokanta ja kansainvälisen (sieni)utkijayhteisön palvelu (MycoBank 2024; Robert ym. 2013, 2005 ja Crous ym. 2004). Sen kuraattoreina toimivat alankomaalainen Dr. K. Bensch Westerdijkin sienibiodiversiteetin instituutista (Westerdijk Fungal Biodiversity Institute) sekä Saksan mykologiyhdistys (Deutsche Gesellschaft für Mykologie, DGfM) (MycoBank 2024; Robert ym. 2013, 2005 ja Crous ym. 2004).

Seittikarvakoiden päivitettyä lajilistaa lähdettiin rakentamaan hakemalla sivustolta 16.8.2024 *Simple queries* -hakutoiminnolla termiä ”*Arachnopeziza*”. Hakutuloksia saatiin 62, joista karsittiin pois lajitasoja korkeammat ja alemmat taksonit (heimo *Arachnopezizaceae*, suku *Arachnopeziza*, sekä variaatiot (*variety, var.*) ja muodot (*forma, f.*). Jäljelle jääneiden 52 lajin nimien status tarkistettiin seuraavaksi MycoBankin omista tiedoista. Tällöin lajinimien ulkopuolelle jätettiin listan ainoa invalidi (tai illegitiimi, vrt. legitiimi) lajinimi *Arachnopeziza boudieri*, ja sen orthografinen variantti *Arachnopeziza boudierii*. (Turland, N. J., ym. 2018c) Tämä lajinimi on invalidi, koska tutkielmaa kirjoitettaessa se on määritelty kuuluvan toiseen sukuun (MycoBank 2024: *Arachnoscypha boudieri* V.G. Rao & Subhedar, Indian J. Mycol. Pl. Pathol. 9 (2): 258 (1980) [MB#113134]). Tutkielman kirjoittaja ei ole tutustunut tähän MycoBank-sivustolla viitattuun lähteeseen.

Tästä saatiin 50 lajin lista kaikista MycoBankin mukaan *Arachnopeziza*-suvun legitiimeiksi lajeiksi nimetyistä nimistä (taulukko 1, sarake 1). Lisäksi taulukon toiseen ja kolmanteen sarakkeeseen koottiin MycoBankin ilmoittama lajin auktori ja efektiivinen julkaisuvuosi. Efektiivinen julkaisuvuosi on levien, sienten ja kasvien Kansainvälisen nimikkeistökoodin

(*International Code of Nomenclature of algae, fungi and plants*) edellytys taksonin oikeaoppiselle kuvaukselle (Turland ym. 2018a). Tämä koodi katsoo julkaisun olevan efektiivinen kahdella tavalla: Joko silloin kun sen tulostettu materiaali on jaettu julkiselle yleisölle tai tieteellisille yhteisöille, joilla on yleisesti saavutettavat kirjastot, tai kun elektroninen materiaali on vuoden 2012 alun jälkeen tehty verkkojulkaisussa pdf-muotoisena, edellyttäen että julkaisulla on ISSN tai ISBN –numero (Turland ym. 2018b).

Hakutuloksia verrattiin MycoBankin itse osoittamaan lajin ajantasaiseen nimeen (current name), jota verrattiin kirjallisuuteen. Kirjallisuuden tarkastelu rajattiin pääsääntöisesti Korfin monografiaan (Korf 1951b) ja ajantasaisimpaan sukua kattavasti käsittelevään tutkimusartikkeliin (Kosonen ym. 2021). Edellisten lähteiden ollessa MycoBankin tietojen kanssa ristiriidassa, laajennettiin tarkastelua subjektiivisen arvioinnin perusteella Index Fungorum -internetsivustolle (<https://indexfungorum.org/>; Index Fungorum 2024) ja yksittäisen lajin kuvausjulkaisuun. Index Fungorum (2024) on yli tuhannen kansainvälisen toimijan (yksityishenkilöiden, instituutioiden ja projektien) päivittämä tietokanta (<https://indexfungorum.org/Names/Acknowledge.asp>). Tarvittaessa kirjallisuuslähteen kanta lajiin lisättiin taulukkoon kommenttina (taulukko 1, sarake 4). Kirjallisuuden perusteella laji arvioitiin joko sukuun kuuluvaksi tai siitä puuttuvaksi, jolloin saatiin lista kaikista *Arachnopeziza*-sienisukuun tällä hetkellä kuuluvista lajeista (taulukko 1, sarake 5).

2.2 GenBank

GenBank on Yhdysvaltain terveyst- ja henkilöstöministeriön tietokanta geenisekvensseille (Benson ym. 2013). Se on osa kansainvälistä tietokantojen yhteistyötä (International Nucleotide Sequence Database Collaboration), joka sisältää sekvenssidataa Euroopasta (ENA), Japanista (DDBJ), ja Yhdysvalloista NCBI (Benson ym. 2013).

Seittikarvakoiden fylogeneettistä sukupuuta lähdettiin rakentamaan hakemalla 20.8.2024 GenBankista kaikkia sekvenssejä hakusanalla ”*Arachnopeziza*”. Sivun toiminnoista valittiin ”Send to”, Complete Record, Choose Destination: File, Format: FASTA, Sort by: Default order, Create file. Syntynyt tiedosto avattiin AliView-ohjelmassa (<https://orbunkar.se/aliview/>; Larsson 2014), jossa sekvenssien emäkset näkyvät monenkirjavina ruutuina.

Fylogeneettinen puu rajattiin rakennettavaksi nrRNA tuottavan SSU-LSU-geenialueen (18S-ITS1-5.8S-ITS2-28S) perusteella. Alueen ITS-osat ovat geneettiseltä vaihtelultaan hypervarioivia sisäisen transkription välikkeitä (Internal Transcribed Spacers) ja muut osat

konservatiivisia ribosomaalista RNA:ta tuottavia alueita (D'Andreano ym. 2021). Lajintunnistuksen kannalta esimerkiksi ribosomin kahdesta alayksiköstä suurempaa tuottavan LSU-alueen (large subunit, 28S-alue) konservatiivisuus tekee siitä epäluotettavamman kuin suuren muuntelun ITS-alueet (Kosonen ym. 2021). Suvusta saatavilla olevien sekvenssinäytteiden rajallisuuden perusteella kuitenkin sisällytettiin analyysiin myös LSU-alue. Muiden alueiden geenit (β -tubulin, MCM7, mitokondrioiden ribosomien pientä alayksikköä (SSU) tuottavat sekvenssit (mtSSU), RPB1, RPB2 ja TEF-1 α) sekä potilaseristys (WO0242495) karsittiin pois aineistosta.

Tutkielmassa tarkastellaan sukua lajitasolla, joten aineistosta karsittiin pois myös lajimääritykseen kantaa ottamattomat ”*Arachnopeziza* sp.” tai ”Uncultured *Arachnopeziza* isolate OTU” -merkityt sekvenssit. Myös ainoa lajitasolle nimetty OTU-näyte (OTU3639) *Arachnopeziza aurelia* karsittiin aineistosta maaperäeristyksenä (isolation source "soil"). Lajiin vihjaavat affiniteetit (*aff.*, *species affinis*), esimerkiksi ”*Arachnopeziza aff. obtusipila*” kuitenkin jätettiin aineistoon.

Sekvenssien horisontaalisessa linjauksessa hyödynnettiin SSU-LSU-alueen (18S-ITS1-5.8S-ITS2-28S) rakennetta, linjaamalla erikseen AliView:n ”Align”, ”Align Selected Block”-Muscle-työkalulla erikseen alkupään, esimerkiksi 18S-alkuiset, ja loppupään, esimerkiksi 28S-alkuiset sekvenssit omiksi rykelmiksi, jotka sitten yhdistettiin käsin visuaalisesti kokonaiseksi linjaukseksi. Syntyvän kokonaiskuvan molemmista päissä oli toisiinsa linjautumattomia sekvenssialueita. Aineiston molemmista päistä (18S ja 28S) karsittiin linjautumattomia ”häntiä” ja kokonaan sekvenssit, jotka koostuivat pelkästään osittaisista ja muuhun aineistoon linjautumattomista 18S-alueista.

ML-analyysin yksikkönä on sekvenssin keräyksen näytenumero (merkitty kuvissa 1 ja 2 lajin tieteellisen nimen jälkeen). Yksittäinen näyte saattoi esiintyä sekvenssiaineistossa kahdesti, SSU- ja LSU-sekvensseinä. Tämä virhelähde huomioitiin yhdistämällä 26 samasta näytteestä ajettua sekvenssiparia. Saadut 13 yhdistelmäsekvenssiä merkittiin sanalla ”yhdistetty” (merkitty kuvissa 1 ja 2 lajin näytenumeron jälkeen). Näistä yhden näytteen (CBS:127675) kohdalla linjaukset menivät 11 emästen osalta päällekkäin.

Viimeiseksi karsittiin kirjallisuuden perusteella aineistosta vanhalla nimellä ”*Arachnopeziza variepilosa*” merkitty sukuun kuulumaton laji *Resinoscypha variepilosa* (Kosonen ym. 2021). Nimettyjen näytteiden sekvenssilinjauksen kooksi saatiin 74 sekvenssiä 15 lajinimestä. Näistä nimetyt lajit (12 kpl) on taulukossa 1 ilmaistu tähdellä (★) loppujen kolmen ollessa väliaikaisia

nimiä sukuun kuuluville lajeille ”sp. A”, ”sp. B” ja ”sp. C”. Nimettyjen näytteiden linjauksesta kopioitiin toiseen tiedostoon erilliseen tarkasteluun *Arachnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza delicatula* -lajien sekvenssit. Näiden kahden lajin tarkastelun kooksi saatiin 23 sekvenssiä.

Fylogeneettisessä analyysissä tutkittavien näytteiden yhteisenä vertailukohtana toimii ulkoryhmä (*outgroup*). Nimettyjen näytteiden ulkoryhmäksi valittiin *Arachnopeziza*-suvun sisarsuvun ainoa laji *Eriopezia caesia* (näyttenumero TK7005). *Arachnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza delicatula* -lajien erillisen analyysin ulkoryhmäksi valittiin *A. sphagniseda* (näyttenumero RI267). Jälkimmäinen sekvenssi on osa nimettyjen aineistoa, *Eriopezia caesia* -näyte haettiin muiden näytteiden tavoin GenBankista.

Linjauksen jälkeen tallennettiin erikseen kumpikin FASTA-tiedosto (”nimetyt” sekä ”*A. aurata* ja *A. delicatula*” -tarkastelut) Nexus-muotoon valitsemalla AliViewstä ”File”, ”Save as Nexus (Illegal name chars replaced by_ (e.g. for MrBayes)”. Nämä nexus-tiedostot tallennettiin uudelleen phy-muotoon valitsemalla ”Save as Phylip (other format versions) -> Save as Phylip (full names). Tässä muodossa CIPRES-palvelun (Miller 2010) laskentaohjelma tunnistaa linjaukset.

Aineistot ladattiin CIPRES-palveluun (<https://www.phylo.org/portal2/data.action>; Miller 2010) phy-muodossa uuteen kansioon. Siirryttiin uuden kansion Data-kansiosta Tasks-kansioon, ja alustettiin ML-analyysi. Kummellekin datalle valittiin ajon tehtäväksi valikosta ”RAXML-HPC2 on ACCESS (8.2.12) - Phylogenetic tree inference using maximum likelihood/rapid bootstrapping run on XSEDE”. Parametreistä tarkistettiin että ”Please select the Data Type” kohdassa oli valittuna ”Nucleotide” ja lisättiin ”Outgroup (one or more comma-separated outgroups, see comment for syntax)” -kenttään phy-tiedostomuotoisesta AliView-ikkunasta kopioitu ulkoryhmän nimi. Valittiin nämä parametrit, tallennettiin, nimettiin ja käynnistettiin laskenta-ajot.

CIPRES-palvelun ilmoittaessa sähköpostilla ajojen valmistumisesta ladattiin kummankin ajon osalta koko output-kansio ja avattiin FigTree-sovelluksessa (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>; FigTree 2024) tiedosto ”RAXML_bipartitions.result”. Ohjelma pyysi nimeämään input-arvot, nimettiin ne ”BS” (bootstrap, tukiarvo). Valittiin Branch Labels Display: ”BS”. Samoin valittiin Trees, Root tree, Rooting: User Selection, ja Order nodes: Ordering: increasing. Tarvittaessa laajennettiin näkymää Zoom- ja Expansion-komennoilla ja lopuksi tulostettiin saadut puut pdf:nä.

3 TULOKSET

3.1 MycoBank

MycoBank-sivustolta löytyi 50 *Arachnopeziza*-sienisuvun edustajaa (taulukko 1, sarake 1). Näistä *Arachnopeziza ruborum* -nimen löytyminen sivustolta kaksi kertaa jättää 49 *Arachnopeziza*-sukuun sivustolla nimettyä nimeä. Näistä 11 lajia jätettiin kirjallisuuden perusteella pois suvusta (taulukko 1, sarake 5, tummanharmaalla). Seitsemän lajin nimi korjattiin suvun sisällä toiseen (taulukko 1, sarake 5, vaaleanharmaalla). Esimerkiksi lajin *Arachnopeziza arctostaphyli* nimi korjattiin nimeksi *Arachnopeziza aurata*, joista jälkimmäinen on lajin ajantasainen nimi ja edellinen synonyymi.

Jäljelle jääneet 32 lajinimeä katsotaan tässä tutkielmassa kuuluvan *Arachnopeziza*-sukuun ja niiden nähdään muodostavan koko suvun (taulukko 1, sarake 5, valkoisella). Tarvittaessa tehtyjä valintoja on kommentoitu suoraan (taulukko 1, sarake 4) tai yläviitteen (^{1, 2} tai ³) kautta taulukon alla.

Taulukko 1. Tummanharmaalla merkityt lajit ovat *Arachnopeziza*-suvusta kirjallisuuden perusteella ulos suljetut lajit. Vaaleanharmaalla merkityt lajit ovat *Arachnopeziza*-suvun sisällä siirtyneet taksonista toiseen. Tähdellä (★) on merkitty lajit, joiden edustaj(i)a on fylogeneettisessä ML-analysissä. Taulukon yläviitteet (^{1, 2, 3}) on avattu taulukon alle.

| Lajilista MycoBankissa | Auktori (tiivistettynä) | Efekttiivinen julkaisu vuosi | Kommentti | Päivitetty lajilista |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| <i>Arachnopeziza alba</i> | Bat. & J.L. Bezerra | 1961 | MycoBank (2024): <i>Arachnopeziza alba</i> Bat. & J.L. Bezerra, Memórias da Sociedade Broteriana 14: 29 (1961) [MB#282988] ¹ | <i>Arachnopeziza alba</i> |
| <i>Arachnopeziza alboviridis</i> | (Gillet) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 140): "? <i>Eriopezia caesia</i> " | <i>Eriopezia caesia</i> |
| <i>Arachnopeziza aliculariae</i> | (Oudem.) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 172): ei <i>Arachnopeziza</i> | ei <i>Arachnopeziza</i> |
| <i>Arachnopeziza aranea</i> | (De Not.) Boud. | 1906 | Korf (1951b s. 166): <i>Arachnopeziza aranea</i> , Dennis (1949 & 1981 s. 185) ja Kosonen ym. (2021): <i>Arachnoscypha aranea</i> | <i>Arachnoscypha aranea</i> |
| <i>Arachnopeziza araneosa</i> ★ | (Sacc.) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 165): <i>Arachnopeziza araneosa</i> , MycoBank (2024): <i>Pyronema araneosum</i> , Johnston (suullinen tiedonanto): <i>Arachnopeziza araneosa</i> ² | <i>Arachnopeziza araneosa</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza arctostaphyli</i> | Cash | 1936 | Korf (1951b s. 153): <i>Arachnopeziza aurata</i> | <i>Arachnopeziza aurata</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza asteroma</i> | (Fuckel) Fuckel | 1870 | Fuckel (1870, s. 304): <i>Arachnopeziza Asteroma</i> (sic), Korf (1951b s. 173): ei <i>Arachnopeziza</i> , MycoBank (2024): <i>Mollisia asteroma</i> (Fuckel) Baral, Boletus 31 (1): 59 (2008) [MB#537051]. ¹ | <i>Mollisia asteroma</i> |
| <i>Arachnopeziza aurata</i> ★ | Fuckel | 1870 | Fuckel (1870 s. 304): <i>Arachnopeziza aurata</i> | <i>Arachnopeziza aurata</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza aurelia</i> ★ | (Pers.) Fuckel | 1870 | Fuckel (1870 s. 303–304): <i>Arachnopeziza aurelia</i> | <i>Arachnopeziza aurelia</i> ★ |

| | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|------|---|---|
| <i>Arachnopeziza basitricha</i> | (Sacc.) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 173): ei <i>Arachnopeziza</i> . MycoBank (2024): <i>Strossmayeria basitricha</i> (Sacc.) Dennis (1960 s. 73), jossa Dennis ei käsittele <i>Arachnopeziza</i> -lajin kombinointia. | <i>Strossmayeria basitricha</i> |
| <i>Arachnopeziza candidofulva</i> | (Schwein.) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 163): <i>Arachnopeziza candido-fulva</i> , Kosonen ym. (2021): <i>Arachnopeziza leonina</i> | <i>Arachnopeziza leonina</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza colachna</i> | W.Y. Zhuang & Z.H. Yu | 2002 | Yu & Zhuang (2002): <i>Arachnopeziza colachna</i> | <i>Arachnopeziza colachna</i> |
| <i>Arachnopeziza corcontica</i> | Velen. | 1934 | Korf (1951b s. 170): " <i>Arachnopeziza contortica</i> " (epätäydellisesti tunnettuna lajina, kirjoitusvirheellinen muoto lajista <i>Arachnopeziza corcontica</i> , ks. Velenovsky (1934 s. 268): <i>Arachnopeziza corcontica</i>) | <i>Arachnopeziza corcontica</i> |
| <i>Arachnopeziza cornuta</i> | (Ellis) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 158): <i>Arachnopeziza cornuta</i> | <i>Arachnopeziza cornuta</i> |
| <i>Arachnopeziza delicatula</i> ★ | Fuckel | 1870 | Fuckel (1870 s. 304): <i>Arachnopeziza delicatula</i> | <i>Arachnopeziza delicatula</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza depauperata</i> | Svrcek | 1988 | MycoBank (2024): <i>Arachnopeziza depauperata</i> Svrcek, Česká Mykologie 42 (3): 137 (1988) [MB#133741]. ¹ | <i>Arachnopeziza depauperata</i> |
| <i>Arachnopeziza engelii</i> | Svrcek | 1993 | MycoBank (2024): <i>Arachnopeziza engelii</i> Svrcek, Die Pilzflora Nordwestoberfrankens: 129 (1993) [MB#442364]. ¹ | <i>Arachnopeziza engelii</i> |
| <i>Arachnopeziza eribasis</i> | (Berk.) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 167): <i>Arachnopeziza eribasis</i> , ks. leipäteksti ² | <i>Arachnopeziza eribasis</i> |
| <i>Arachnopeziza estonica</i> ★ | T. Kosonen, Huhtinen & K. Hansen | 2020 | Kosonen ym. (2021): <i>Arachnopeziza estonica</i> | <i>Arachnopeziza estonica</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza fibrillosa</i> | (Wallr.) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 173): ei <i>Arachnopeziza</i> (" <i>Nomina Dubia</i> ") | ei <i>Arachnopeziza</i> |
| <i>Arachnopeziza fitzpatrickii</i> ★ | Korf | 1952 | Korf (1951b s. 168): <i>Arachnopeziza fitzpatrickii</i> | <i>Arachnopeziza fitzpatrickii</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza floriphila</i> | Baral | 1989 | MycoBank (2024): <i>Arachnopeziza floriphila</i> Baral, Zeitschrift für Mykologie 55: 125 (1989) [MB#135630]. ¹ | <i>Arachnopeziza floriphila</i> |
| <i>Arachnopeziza fulgens</i> | (Hazsl.) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 160): <i>Arachnopeziza aurelia</i> | <i>Arachnopeziza aurelia</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza graminum</i> | Velen. | 1934 | Velenovsky (1934, s. 268): <i>Arachnopeziza graminum</i> , Korf (1951b s. 170): epätäydellisesti tunnettu laji | <i>Arachnopeziza graminum</i> |
| <i>Arachnopeziza groenlandica</i> | Raitv. | 2003 | Raitviir (2003): <i>Arachnopeziza groenlandica</i> | <i>Arachnopeziza groenlandica</i> |
| <i>Arachnopeziza hiemalis</i> | Yei Z. Wang | 2009 | Wang (2009): <i>Arachnopeziza hiemalis</i> | <i>Arachnopeziza hiemalis</i> |
| <i>Arachnopeziza japonica</i> ★ | Korf | 1959 | Korf (1959): <i>Arachnopeziza japonica</i> | <i>Arachnopeziza japonica</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza larinina</i> | Velen. | 1934 | Korf (1951b s. 170): <i>Arachnopeziza larinina</i> (epätäydellisesti tunnettuna lajina), Velenovsky (1934, s. 268): <i>Arachnopeziza larinina</i> | <i>Arachnopeziza larinina</i> |
| <i>Arachnopeziza leonina</i> ★ | (Schwein.) Dennis | 1963 | Kosonen ym. (2021): <i>Arachnopeziza leonina</i> | <i>Arachnopeziza leonina</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza major</i> | (Ellis & Everh.) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 164): <i>Arachnopeziza major</i> | <i>Arachnopeziza major</i> |
| <i>Arachnopeziza monoseptata</i> | (R. Galán & Raitv.) Huhtinen | 1987 | Kosonen ym. (2021): <i>Resinoscypha monoseptata</i> | <i>Resinoscypha monoseptata</i> |
| <i>Arachnopeziza nivea</i> | Lorton | 1914 | Korf (1951b s. 153): <i>Arachnopeziza aurata</i> | <i>Arachnopeziza aurata</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza nuda</i> | Korf | 1959 | Korf (1959): <i>Arachnopeziza nuda</i> | <i>Arachnopeziza nuda</i> |
| <i>Arachnopeziza obtusipila</i> ★ | Grelet | 1922 | Grelet (1922): <i>Arachnopeziza obtusipila</i> , Korf (1951a): <i>Arachnopeziza obtusipila</i> (korjattu) | <i>Arachnopeziza obtusipila</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza ochracea</i> | (Grelet & Croz.) Iturr. & Korf | 1988 | Dennis (1962) ja MycoBank (2024): <i>Calycellina ochracea</i> (Grelet & Croz.), Iturriaga & Korf (1998): <i>Arachnopeziza ochracea</i> (Grelet & Croz.) | <i>Arachnopeziza ochracea</i> |

| | | | | |
|---------------------------------------|---|------|---|--|
| <i>Arachnopeziza pileocrocata</i> | (P. Crouan & H. Crouan) Boud. | 1907 | Korf (1951b s. 170): <i>Arachnopeziza pileocrocata</i> (epätäydellisesti tunnettuna lajina), Korf (1984): <i>Arachnopeziza aurelia</i> | <i>Arachnopeziza aurelia</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza pineti</i> | Feltgen | - | Korf (1951b s. 156): <i>Arachnopeziza delicatula</i> | <i>Arachnopeziza delicatula</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza platoniae</i> | Bat. & Peres | 1960 | Mycobank (2024): <i>Arachnopeziza platoniae</i> Bat. & Peres, Brotéria Série Trimestral: Ciências Naturais 29 (3-4): 123 (1960) [MB#326436]. ¹ | <i>Arachnopeziza platoniae</i> |
| <i>Arachnopeziza ptilidiophila</i> ★ | T. Kosonen, Huhtinen & K. Hansen | 2020 | Kosonen ym. (2021): <i>Arachnopeziza ptilidiophila</i> | <i>Arachnopeziza ptilidiophila</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza raphidospora</i> | (Ellis) Rehm | 1904 | Korf (1951b s. 173): ei <i>Arachnopeziza</i> , Mycobank (2024): <i>Gorgoniceps aridula</i> (P. Karst.) P. Karst., Not. Sällsk. Fauna Fl. Fenn. Förh. 11: 247 (1870) [MB#165032]. ¹ | <i>Gorgoniceps aridula</i> |
| <i>Arachnopeziza rhopalostylidis</i> | Dennis | 1961 | Dennis (1961): <i>Arachnopeziza rhopalostylidis</i> | <i>Arachnopeziza rhopalostylidis</i> |
| <i>Arachnopeziza ruborum</i> | Killerm. | 1935 | Mycobank (2024): <i>Arachnopeziza ruborum</i> (Killerm, 1935). ¹ Korf (1951b s. 150): <i>Tapesina griseo-vitellina</i> . | <i>Tapesina griseo-vitellina</i> |
| <i>Arachnopeziza ruborum</i> | (Cooke & W. Phillips) Rehm | 1892 | Korf (1951b s. 150): <i>Tapesina griseo-vitellina</i> . | <i>Tapesina griseo-vitellina</i> |
| <i>Arachnopeziza salicina</i> | Velen. | 1947 | Velenovsky (1947): <i>Arachnopeziza salicina</i> , Korf (1951b s. 171): epätäydellisesti tunnettu laji | <i>Arachnopeziza salicina</i> |
| <i>Arachnopeziza sphagniseda</i> ★ | (Velen.) T. Kosonen, Huhtinen & K. Hansen | 2020 | Kosonen ym. (2021): <i>Arachnopeziza sphagniseda</i> | <i>Arachnopeziza sphagniseda</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza subnuda</i> | Korf & W.Y. Zhuang | 1985 | Korf & Zhuang (1985): <i>Arachnopeziza subnuda</i> | <i>Arachnopeziza subnuda</i> |
| <i>Arachnopeziza tapesioides</i> | Starbäck | 1909 | Korf (1951b s. 158): <i>Arachnopeziza cornuta</i> | <i>Arachnopeziza cornuta</i> |
| <i>Arachnopeziza trabinelloides</i> ★ | (Rehm) Korf | 1952 | Korf (1951b s. 169): <i>Arachnopeziza trabinelloides</i> | <i>Arachnopeziza trabinelloides</i> ★ |
| <i>Arachnopeziza variepilosa</i> | (R. Galán & Raitv.) Huhtinen | 1987 | Kosonen ym. (2021): <i>Resinoscypha monoseptata</i> | <i>Resinoscypha monoseptata</i> |
| <i>Arachnopeziza zonulata</i> | (Rolland) Malençon & Bertault | 1958 | Korf (1951b s. 171): <i>Arachnopeziza zonulata</i> , epätäydellisesti tunnettuna lajina | <i>Arachnopeziza zonulata</i> |

¹ tutkielman kirjoittaja ei ole tutustunut tähän MycoBank-sivustolla viitattuun lähteeseen.

² *Arachnopeziza araneosa*. Peter Johnston (suullinen tiedonanto): lajin *Arachnopeziza araneosa* alkuperäinen, sittemmin illegitiimi basionyymi on *Peziza araneosa* Berk. 1859 [1860]. Tämän basionyymien korvasi legitiimi basionyymi *Belonidium araneosum* Sacc. 1889. Tämän Korf kombinoi lajiin *Arachnopeziza araneosa* (Sacc.) Korf 1952 [1951]. *Belonidium araneosum* Sacc. 1889 on lajin basionyymi tietolähteissä Index Fungorum ja Fungal Names.

Tämän kandidaattitutkielman kirjoittajalle on yhä epäselvää, miksi lajin *Arachnopeziza araneosa* (Sacc.) Korf, ajantasaiseksi nimeksi ja samalla basionyymiksi on MycoBankissa (2024) kirjattu *Pyronema araneosum*.

³*Arachnopeziza eriobasis*. Korf (1951b s. 168) mainitsee lajin läheisen sukulaisuuden lajiin *Arachnopeziza aranea*. Kosonen ym. (2021) mainitsevat Denniksen (1949; 1981 s. 185) huomioineen, mutta jättäneen kommentoimatta, Korfin ilmoittamat lajin samankaltaisuudet lajiin *Arachnoscypha aranea*. Näistä samankaltaisuuksista huolimatta Korf (1951b s. 167–168), Dennis (1949; 1981 s. 185) tai Kosonen ym. (2021) eivät kukaan kombinoineet lajia *Arachnopeziza eriobasis* kumpaankaan lajiin *Arachnopeziza aranea* tai *Arachnoscypha aranea*. Tällöin myös tässä kandidaattitutkielmassa pysyttäydytään lajinnimen kohdalla taksonissa *Arachnopeziza eriobasis*.

3.2 GenBank

Arachnopeziza-suvun 32 lajista (taulukko 1) käsiteltiin fylogeneettisessä ML-analyysissä (kuva 1) 12 lajia ja kolmea väliaikaista lajinimeä ("sp. A", "sp. B" ja "sp. C"), jotka löytyivät GenBankista nrRNA:ta tuottavalla SSU-LSU-geenialueella.

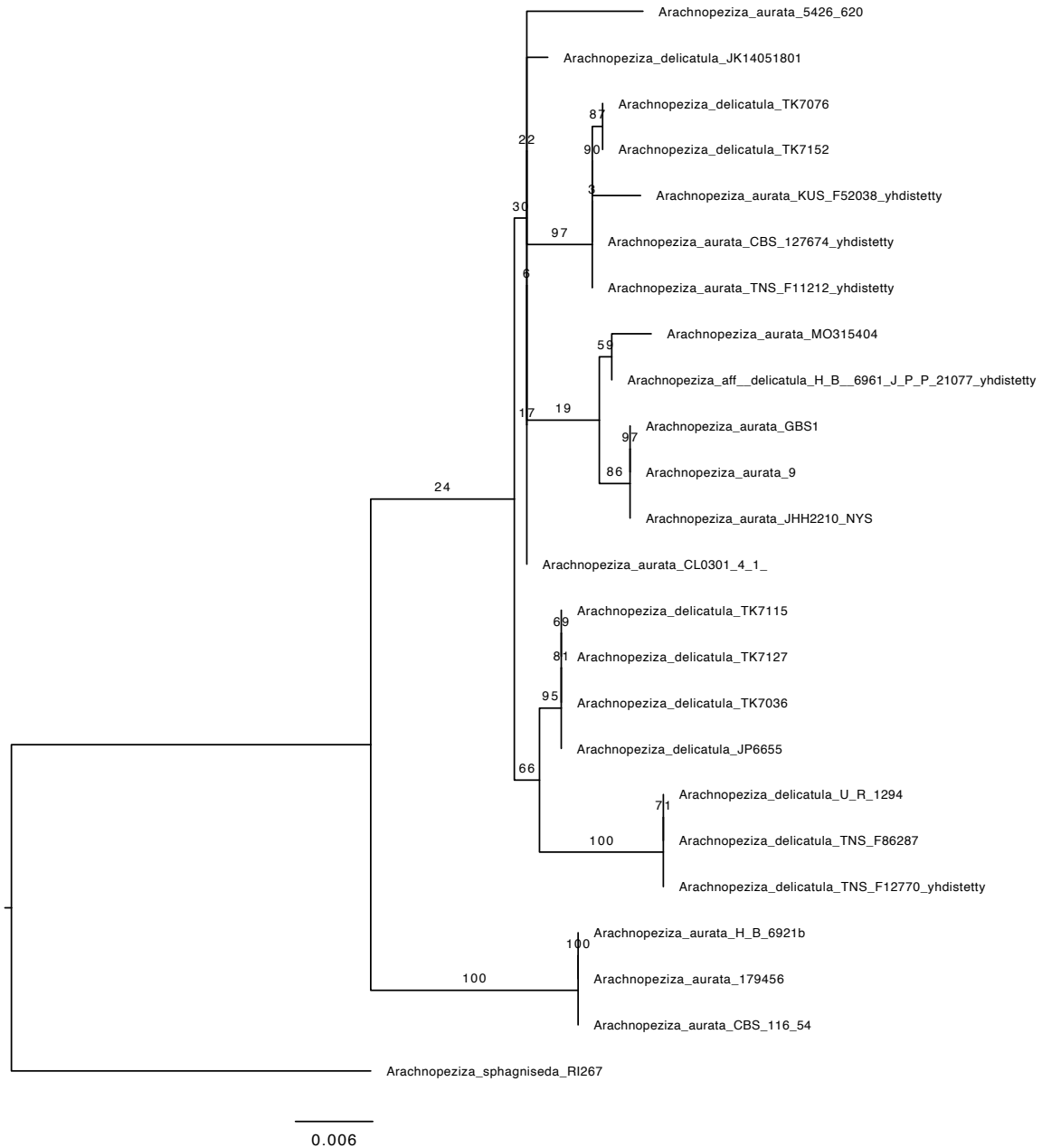
Nimettyjen lajien ML-analyysissä havaittiin suvun lajien ryhmittyvän pääsääntöisesti lajinimiensä mukaisiin ryhmiin (kuva 1). ML tukiarvovälillä 87–100 (joissa korkein mahdollinen tukiarvo on 100) linjautuivat lajiensa mukaisiin ryhmiin 9 lajin (*A. araneosa*, *A. aurelia*, *A. leonina*, *A. obtusipila*, *A. trabinelloides*, *A. estonica*, *A. ptilidiophila*, *A. japonica*, ja *A. spahgniseda*) kaikki näytteet. Näistä *A. estonica*, *A. ptilidiofila* ja *A. japonica* -lajien ryhmät (3 kpl) ryhmittyivät analyysissä keskenään yhteen hyvin korkealla tukiarvolla 97.

A. fitzpatrickii-lajin sekvenssejä oli vain yhdestä näytteestä, joten sen ryhmittäytymistä ei voida verrata muihin saman lajin näytteisiin. Toisaalta analyysistä selviää, ettei *A. fitzpatrickii* ryhmäydy korkealla tukiarvolla muiden näytteiden kanssa eikä toisaalta poikkeuksellisen erikseen muista ryhmistä.

Kaikki 14 *A. aurelia* -näytettä linjautuivat aineistossa yhteen korkealla tukiarvolla (ML-BP 97 %), vaikka puolet (7 kpl) niistä oli nimetty lajiin vain viitteellisesti *A. sp. "aurelia"*.

Affiniteetti "*Arachnopeziza* aff. *obtusipila*" ei ryhmittynyt yhteen *A. obtusipila* -näytteiden kanssa. Sen sijaan affiniteettinäyte ryhmittyi tukiarvolla 100 yhteen nimen "sp. C" kanssa ja nämä kaksi vastaavasti tukiarvolla 100 yhteen näytteen "sp. B" kanssa. Väliaikaisen lajinimen "sp. A" kaksi sekvenssiä ryhmittyivät yhteen tukiarvolla 100.

A. aurata ja *A. delicatula* -lajien näytteet ryhmittyivät eri puolille fylogeneettistä puuta. Molemmissa ML-analyyseissä (kuva 1 ja kuva 2) erottui kaksi pelkkiä *A. aurata* -näytteitä sisältävää ryhmää, kaksi *A. delicatula* -näytteitä sisältävää ryhmää ja yksi *A. aurata* ja *A. delicatula* -näytteitä sisältävä ryhmä, kaikki ryhmät korkeilla tukiarvoilla (välillä 86–100). Toinen *A. aurata* ryhmä erottui molemmissa analyyseissä muista ryhmistä tukiarvolla ML-BP 100 %. Kolme *A. aurata* ja kaksi *A. delicatula* -näytettä jäi analyysissä näiden ryhmien ulkopuolelle.



Kuva 2. Fylogeneettinen ML-analyysi *Archnopeziza aurata* ja *Arachnopeziza delicatula* -lajeista SSU-LSU-geenialueella. Ulkoryhmänä *Arachnopeziza sphagniseda* (näyttenumero RI267).

4 POHDINTA

Kirjallisuuden perusteella tässä tutkielmassa katsotaan *Arachnopeziza*-sukuun kuuluvan 32 lajia (taulukko 1, sarake 5, valkoisella). Tulos on linjassa Kosonen ym. (2021) arvion kanssa, minkä mukaan heidän tunnustamansa 13 lajin lisäksi sukuun kuulunee vielä noin 10–20 kuvattua lajia.

Tutkielmaan käytettävissä oleva aika ja kirjallisuuden saatavuus rajoittivat tutustumista kaikkiin olemassa oleviin lähteisiin, joiden kautta suvun rajoja olisi mahdollisesti voinut vielä tiivistää. Toisaalta, kuten tuloksistakin käy ilmi, ei selvityksen runkona käytetty MycoBank-sivusto itsessään ole virheetön tai aina ajantasainen. Sivusto itse varoittaa siihen listattujen taksonomisten mielipiteiden saattavan sisältää virheitä ja olevan mahdollisesti vanhentuneita ja pyytää ilmoittamaan virheistä ja päivityksistä kuraattorille Konstanze Bensch (MycoBank 2024). Toisaalta MycoBankin ja Index Fungorumin kaltaiset sivustot ovat kansainvälisen akateemisen tiedeyhteisön voimaponnistus, joita ilman tämän tutkielman ensimmäistä aineistoa ei olisi ollut kandidaattityön rajoissa ollut mielekästä lähteä edes keräämään.

Kirjallisuuden perusteella pääteltyjen tulosten kattavuuteen kirjoittaja vastaa samoin kuin monografiassaan muun muassa *Arachnopeziza*-sukua sisältävää tribusta *Archnopezizeae* käsitellyt Richard P. Korf (1951b s. 132):

”An attempt has been made to cover the literature dealing with the Archnopezizeae as fully as possible. However, since many of the species have been placed in totally unrelated and divergent genera, a literature review of almost the entire Inoperculates, followed by locating and examining the type specimens, would be necessary for true completeness. Such a task is beyond the scope of the present paper. Unquestionably other species, poorly or incorrectly described, or published in obscure journals, will in time be placed among the Archnopezizeae, either as valid species or as synonyms.”

Suvun lajilistan ”todellista täydellisyyttä” on mahdollista lähestyä Korfin kuvaamalla tavalla, tutkimalla myös sukuun liittymättömät ja siitä poikkeavat suvut lajeineen ja tyyppinäytteineen, mutta siinä missä kaikkien inoperkulaattien (”itiökoteloiltaan kannettomien”) sienten kirjallisuuskatsaus jätettiin Korfin monografian ulkopuolelle, jätetään se pois myös tästä kandidaattitutkielmasta. Kuitenkin tätä kirjoittaessa (1.9.2024) Suomen lajitietokeskuksen verkkosivustolla laji.fi on lueteltu vain kolme *Arachnopeziza*-suvun lajeista: *A. aurata*, *A. aurelia* ja *A. ptilidiophila*. (laji.fi 2024). Riippumatta tulokseksi saadun suvun lajilistan täydellisyydestä, on systematiikan itseisarvon lisäksi tärkeää selvittää ja esittää tuloksia kielellä, jolla suvun edustaja on huomioitu myös luonnonsuojeluasetustasoisesti (Finlex 2023).

Fylogeneettisissä ML-analyyseissä pystyttiin *Arachnopeziza*-suvun 32 lajista tarkastelemaan vain 12 lajia ja kolmea väliaikaista lajinimeä ("sp. A", "sp. B" ja "sp. C"). Tämä on linjassa Kosonen ym. (2021) huomioon *Arachnopeziza*-suvusta saatavilla olevien sekvenssien verrattain pienestä määrästä sekä lajillisesti että kokonaisnäyttemäärältään.

Pääsääntöisesti ML-analyysien tulokset tukivat nimettyjen lajien kuulumista nimensä mukaisin sukuihin. Analyysissä vain lajeihin *A. aurata* ja *A. delicatula* määriteltyjen näytteiden ryhmittäminen ei ole linjassa monofyleettiseen lajimääritelmään. Molemmissa analyyseissä kolme *A. aurata* -sekvenssiä (H.B. 6921b, (TUR)179456 ja CBS 116.54) ryhmittäivät muista erikseen tukiarvolla ML-BP 100 %. Näistä kaksi Kosonen ym. (2021) hyväksyvät lajin *A. aurata* edustajiksi, kolmatta sekvenssiä (H.B. 6921b) ei käsitelty julkaisussa. Edelliseen ryhmittämättömät *A. aurata* -näytteet Kosonen ym. uudelleen määrittivät lajiin *A. delicatula*. Tämän tutkielman tulokset *A. aurata* ja *A. delicatula* -analyysissä tukevat näitä päätöksiä. Kosonen ym. tarkensivat *A. aurata* -lajin määritelmää kaventamalla lajin itiöiden morfologian vaihteluväliä ja korostivat *A. aurata* ja *A. delicatula* lajien välisessä lajinmäärittäyksessä itiöiden pituuden suhdetta niiden leveyteen, joka on *A. delicatula* -lajilla suurempi kuin suvun tyyppilajilla *A. aurata* (Kosonen ym. 2021).

Analyysissä *A. estonica*, *A. ptilidiophila* ja *A. japonica* -lajien ryhmittäminen yhteen korkealla tukiarvolla (ML-BP 97 %) viittaa niiden muodostavan oman kladinsa. Tähän olivat päätyneet myös Kosonen ym. (2021) *Arachnopezizaceae*-heimoa käsittelevässä Bayes-päätätely-analyysissään, jossa he kutsuvat ryhmää *A. japonica* -kladiksi. Kaikkien *A. aurelia* -näytteiden (ml. *A. sp. "aurelia"*) yhteenryhmittäytymistä selittänee osaltaan oranssinkeltaisen lajin hyvä erottuvuus väritykseltään yhtenäisemmistä lähilajeista.

Väliaikaisen lajinimen "sp. A" kaksi sekvenssiä ryhmittäivät yhteen tukiarvolla ML-BP 100 % samoin kuin viisi *A. araneosa* näytettä. Kolme *A. delicatula*-ryhmää ryhmittäivät erikseen myös korkeilla tukiarvoilla ML-BP 97–100 %. Tämä tulos on yhteneväinen Kosonen ym. suvusta tekemään ML-analyysiin, jossa *A. araneosa*, *A. delicatula* ja *A. "sp. A"* ryhmittäytyivät erilleen toisistaan, vaikka heidän heimotason Bayes-päätätelyään vastaavaa, nämä nimet yhdistävää *A. delicatula* -kladia ei tämän tutkielmankaan ML-analyysi tukenut.

Yhteneväistä Kosonen ym. heimon Bayes-päätätelyn ja suvun ML-analyysin sekä tämän tutkielman ML-analyysin tulosten kanssa on *A. sphagniseda* -lajin yksilöiden erottuminen omaksi joukokseen kaikissa kolmessa analyysissä. Heimon Bayes-päätätelyssä Kosonen ym. nimeävät ryhmän *A. sphagniseda* -kladiksi, jota myös tämän tutkielman tulos tukee.

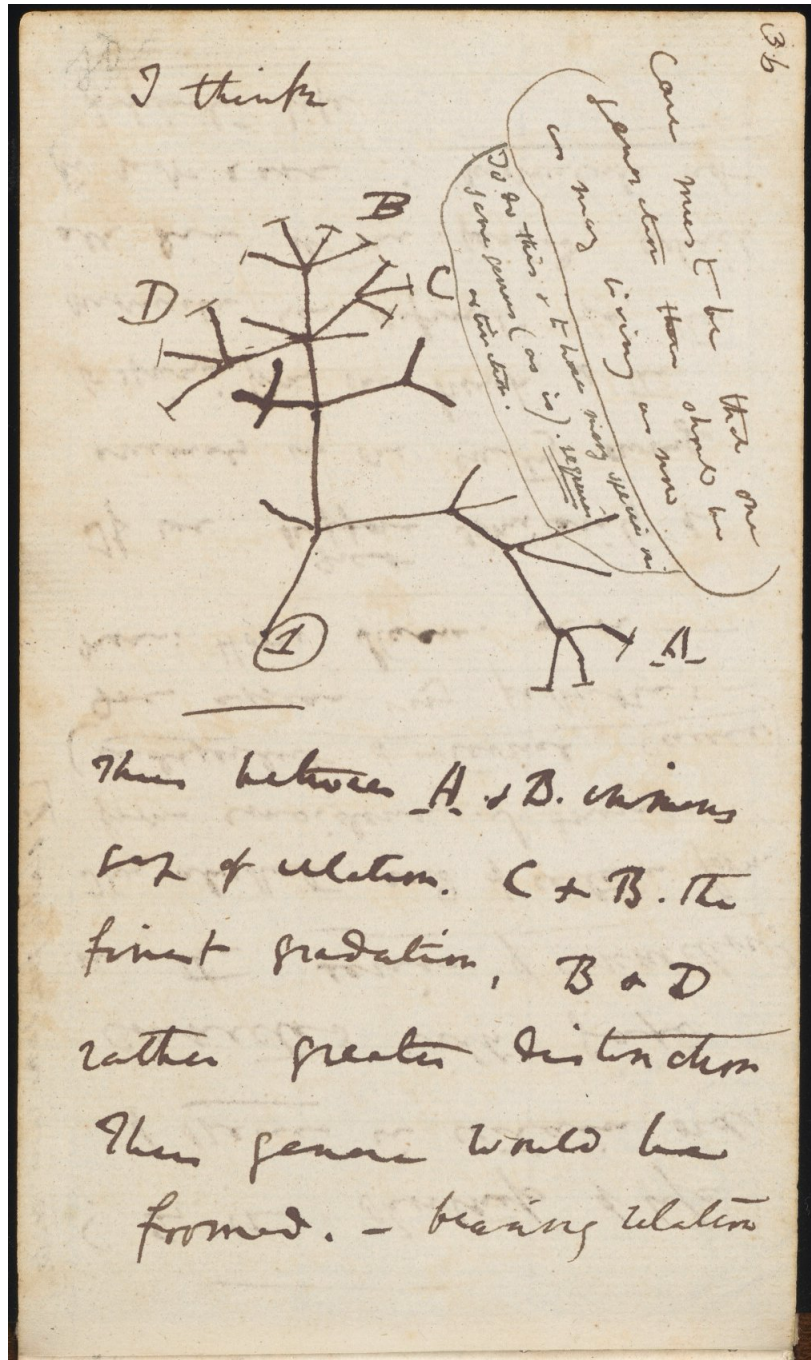
Samassa heimon Bayes-päätely-analyysissä Kosonen ym. sisällyttävät *A. leonina* kladiin lajit *A. leonina*, *A. obtusipila*, *A. "sp. B"* ja *A. trabinelloides*. Tässä tutkielmassa nämä lajit ryhmittäivät yhteen, mutta vain tukiarvolla ML-BP 71 %, minkä lisäksi ryhmässä oli mukana yhteenryhmittyneet (ML-BP 100 %) ”*Arachnopeziza aff. obtusipila*” ja *Arachnopeziza "sp. C"*. Tukiarvo ML-BP 71 % on kuitenkin verrattaen korkea, huomioiden ettei Kosonen ym. ML-analyysi tukenut tätä kladia (ML-BP 37 %).

Lisäksi nimien *A. trabinelloides*, ”*Arachnopeziza aff. obtusipila*” ja *Arachnopeziza "sp. C"* yhteenryhmittäminen korkealla tukiarvolla (ML-BP 94 %) ilmentää tarvetta erityisesti näiden nimien lähisukuisuuden tarkempaan selvittämiseen. Korkeimmalla mahdollisella tukiarvolla (ML-BP 100 %) yhteen ryhmittäyneiden väliaikaisten nimien *Arachnopeziza "sp. B"*, *Arachnopeziza "sp. C"* ja ”*Arachnopeziza aff. obtusipila*” kohdalla lähisukuisuuden tutkiminen on erityisen mielenkiintoista.

ML-analyysin tekoprosessin virhelähteenä voidaan pitää sitä, että GenBankista hakusanalla ”*Arachnopeziza*” löytyneestä 303 hakutuloksesta vain 295 sekvenssiä latautui FASTA-tiedostoon. Lisäksi GenBankista kerätyt näytteet on kerätty ja tunnistettu eri vuosikymmeninä, kasvualustoilta ja mantereilta. Prosessin hiominen ja itse näytteisiin tutustuminen voivat selvittää tässä tutkielmassa auki jääneitä kysymyksiä.

Mitä tulee tässä tutkielmassa esitettyjen fylogeneettisten analyysien yleismaailmallisuuteen, kirjoittaja tarkastelee kysymystä Charles Darwinin kuuluisan ”I think” piirroksen (kuva 3) kautta. Piirroksen nimikkosanaparia voi lähestyä kaksitulkintaisesti; minä *ajattelen* tai *minä ajattelen*. Darwin ajatukset ja teoria lajien polveutumishistoriasta muuttivat pysyvästi paitsi biologian tiedettä, sen kautta myös maailmanhistoriaa. Samalla muistivihon puu oli *hänen* arvauksensa taksonien A, B, C ja D polveutumishistoriasta niiden yhteisestä kantamuodosta 1. Systematiikassa on sen ensiluonnoksesta lähtien ollut selvää, että fylogeneettisten puut ovat parhaimmillaankin jäljitelmiä, todellisia evolutiivisia tapahtumia kuvaamaan pyrkiviä arvauksia. Niin on tämäkin tutkielma sen kirjoittajan näkemys seittikarvakoiden nykytilasta, sen lajistosta ja fylogeniasta.

Lopuksi kirjoittaja toivoo, että tämän tutkielman jälkeen muiden systematiikasta kiinnostuneiden on helpompi tehdä vastaavia systemaattisia selvityksiä, valistuneita arvauksia.



Kuva 3 – Darwinin ”I think” piirros vuodelta 1837 (van Wyhe, ed. 2002-).

5 KIITOKSET

Kiitos professori Seppo Huhtiselle avusta usean *Aracnopeziza*-suvun jäsenen vaiheiden selvittämiseen Turun Biodiversiteettiyksikön kasvimuseon kirjallisuudesta, sekä neuvoista viitteiden käytössä. Kiitos Peter Johnstonille (Manaaki Whenua – Landcare Research, Uusi-Seelanti) *Arachnopeziza araneosa* basionymmin taustan avaamisesta. Kiitos tutkielman ohjaajille Timo Kosonen ja Sami Merilaita tieteellisistä ja kielellisistä neuvoista, avusta ja tuesta.

6 VIITTEET

- Baral H-O. (1989). *Beiträge zur Taxonomie der Discomyceten I*. Zeitschrift für Mykologie 55: 119–130.
- Benson D. A. ym. (2013). GenBank. Nucleic Acids Research, Vol. 41 Database issue: D36–D42. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>> [Luettu: 1.9.2024].
- D’Andreano S. ym. (2021). Rapid and real-time identification of fungi up to species level with long amplicon nanopore sequencing from clinical samples. *Biology methods and protocols* 6: 1–6.
- Dennis R.W.G. (1949). A revision of the British *Hyaloscyphaceae* with notes on related European species. *Mycological papers* 32: 1-97.
- Dennis R.W.G. (1960). *British cup fungi and their allies: An introduction to the Ascomycetes*. London, UK.
- Dennis R.W.G. (1961). Some inoperculate *Discomycetes* from New Zealand. *Kew Bulletin* 15: 293–320.
- Dennis R.W.G. (1962). A reassessment of *Belonidium* Mont. et Duriew. *Persoonia* 2: 171–191.
- Dennis R.W.G. (1981) *British Ascomycetes*. Vaduz, Germany.
- FigTree (2024) FigTree. FigTree-ohjelman verkkopalvelu [Tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree](http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree). Ohjelman versionumero: v1.4.4. <<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>> [Luettu 1.9.2024].
- Finlex (2023) 1066/2023 Valtioneuvoston asetus luonnonsuojelusta. Oikeusministeriön ja Edita Lakitieto Oy:n verkkopalvelu [Finlex.fi](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20231066). <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20231066>>. [Luettu 1.9.2024].

- Fuckel L. (1870) *Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntniss der Rheinischen Pilze*
Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 23–24: 1–459.
- Fuckel L. (1872) *Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntniss der Rheinischen Pilze*
Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 25–26: 287–346.
- Grelet (1922). Description de quelques nouvelles espèces de Discomycètes de France.
L'Amateur de champignons 8: 43–48.
- Han, J-G ym. (2014). Phylogenetic reassessment of *Hyaloscyphaceae* sensu lato (*Helotiales*,
Leotiomycetes) based on multi-gene analyses. *Fungal Biology* 118: 150–167.
- Hosoya, T. & Otani, Y. (1997). *Hyaloscyphaceae* in Japan (2): glassy-haired members of the
tribe *Hyaloscypheae*. *Mycoscience* 38: 187–205.
- Hyvärinen, E. ym. (2019) *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Toimittanut
Esko Hyvärinen, Aino Juslén, Eija Kemppainen, Annika Uddström & Ulla-Maija
Liukko. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Index Fungorum (2024) Kansainvälisen tiedeyhteisön yhteistyökumppaneiden The Royal
Botanic Gardens (the Mycology Section), Landcare Research-NZ, (the Mycology
Group) ja the Institute of Microbiology, Chinese Academy of Science yhteinen
verkkopalvelu Indexfungorum.org. <<https://indexfungorum.org/>> [Luettu: 1.8.2024].
- Iturriaga T. & Korf R. (1988) *Arachnopeziza ochracea* comb. nov. and a new synonym of
Polydesmia pruinose. *Mycotaxon* 31: 245–249.
- Korf, R. (1951a). *Arachnopeziza obtusipila* Grelet Descr. Emend. *Mycologia* Vol. 43, No. 2:
211–214.
- Korf, R. (1951b). A Monograph of the *Arachnopezizeae*. *Lloydia*: 129–180.
- Korf, R. (1959). Japanese Discomycete Notes IX–XVI. *Bulletin of the National Science
Museum* 45: 389–400.

- Korf, R. (1984). *Peziza pileocrocata* Crouan & Crouan, a synonym of *Arachnopeziza aurelia* (Pers.: Fr.) Fuckel. *Mycotaxon* 19: 423–424.
- Korf & Zhuang (1985). Some new species and new records of Discomycetes in China. *Mycotaxon* 22 (2): 483–514.
- Laji.fi (2024) Seittikarvakka – *Arachnopeziza aurelia*. Suomen lajitietokeskuksen verkkopalvelu laji.fi. <<https://laji.fi/taxon/MX.238545>> [Luettu 20.8.2024].
- Larsson, A. (2014). AliView: a fast and lightweight alignment viewer and editor for large data sets. *Bioinformatics* 30 (22): 3276–3278. Ohjelman versionumero: 1.28. <<https://ormbunkar.se/aliview/>> [Luettu: 1.9.2024].
- Kosonen T., Huhtinen S., Hansen K. (2021). Taxonomy and systematics of *Hyaloscyphaceae* and *Arachnopezizaceae*. *Persoonia* 46: 26–62.
- Miller, M.A. ym. (2010). "Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees" in Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE), New Orleans, LA: 1–8. <<https://www.phylo.org/portal2/data.action>> [Luettu: 1.8.2024].
- MycoBank (2024) MycoBank Database. MycoBankin verkkopalvelu <<https://www.mycobank.org/>> [Luettu: 1.8.2024].
- Robert V. ym. (2013). MycoBank gearing up for new horizons. *IMA Fungus* volume 4: 371–379.
- Robert V. ym. (2005). The MycoBank engine and related databases. <https://www.Mycobank.org/>.
- Crous P.W. ym. (2004). MycoBank: an online initiative to launch mycology into the 21st century. *Studies in Mycology* 50: 19–22.
- Raitviir A. (2003). *New or forgotten Helotiales from Greenland I*. Dermateaceae and Hyaloscyphaceae, *Mycotaxon* 87.

- Timonen, S. ym. (2018). *Sienten biologia. Toinen, uudistettu laitos*. Toimittanut Sari Timonen & Jari Valkonen. Helsinki: Gaudeamus.
- Turland, N. J., ym. (2018a). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018> <https://www.iapt-taxon.org/nomen/pages/main/art_6.html > [Luettu: 1.9.2024]
- Turland, N. J., ym. (2018b): *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018> <https://www.iapt-taxon.org/nomen/pages/main/art_29.html> [Luettu 28.7.2025]
- Turland, N. J., ym. (2018c): *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018> <https://www.iapt-taxon.org/nomen/pages/main/art_54.html> [Luettu 28.7.2025]
- Ulvinen ym. (1989). Suomen suursienten nimet. *Karstenia* 29 (Liite): 1–110.
- Velenovsky, J. (1934). *Monographia Discomycetum Bohemiae*. Praha, Czech Republic.
- Velenovsky J. (1947). *Novitates Mycologicae Novissimae*. Opera Botanica Čechica: 1–158.
- Wang Y.-Z. (2009). A new species of *Arachnopeziza* from Taiwan. *Mycotaxon* 108: 485–489.
- van Wyhe, J. (ed. 2002-). The Complete Work of Charles Darwin Online: Darwin, C. R. 1837-1838. Notebook B: [Transmutation of species] 36. CUL-DAR121. <<https://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=38&itemID=CUL-DAR121.-&viewtype=side>> [Luettu 1.8.2024].

Yu Z.H. & Zhuang W.Y. (2002). New taxa and new records of Lachnum and Arachnopeziza (Helotiales, Hyaloscyphaceae) from tropical China. *Nova Hedwigia* 74: 415–428.