

LÄBIPÕIMUNUD ELU

BIBLIOTHECA SCIENTIARUM VITAE

SARJA KOLLEGIUM

Aveliina Helm (Tartu Ülikool)

Mihkel Kangur (Tallinna Ülikool)

Tiiu Koff (Tallinna Ülikool)

Tiit Maran (Tallinna Loomaaed)

Timo Maran (Tartu Ülikool)

Timo Palo (meteoroloog)

Ulrike Plath (Tallinna Ülikool)

Tallinna Ülikool

Merlin Sheldrake

LÄBIPÕIMUNUD ELU

KUIDAS SEENED LOOVAD MEIE MAAILMA,
MUUDAVAD MEIE TEADVUST JA
KUJUNDAVAD MEIE TULEVIKKU

Inglise keelest tõlkinud
Krista Kallis

Tallinna Ülikooli Kirjastus
Tallinn 2022



Bibliotheca SCIENTIARUM VITAE

Bibliotheca Scientiarum Vitae

Merlin Sheldrake

Läbipõimunud elu: Kuidas seened loovad meie maailma,
muudavad meie teadvust ja kujundavad meie tulevikku

Tõlgitud väljaandest:

Merlin Sheldrake

Entangled Life: How Fungi Make Our Worlds,
Change Our Minds, and Shape Our Futures
Random House 2020

Toimetanud Sirje Laidre

Kujundanud ja küljendanud Sirje Ratso

Sarja makett: Rakett

Illustratsioonid: Collin Elder (www.collinelder.com)

Copyright © 2020 by Merlin Sheldrake

Autoriõigus (tõlge): Krista Kallis, 2022

Autoriõigus: Tallinna Ülikooli Kirjastus, 2022

ISSN 2806-0938

ISBN 978-9985-58-933-5

TLÜ Kirjastus

Narva mnt 25

10120 Tallinn

www.tlupress.com

Trükk: Pakett

*Tänuga seentele,
kellelt olen mõndagi õppinud*

SISUKORD

Proloog	9
Sissejuhatus. Mida tähendab olla seen?	11
1. Ahvatlus	42
2. Elusad labürindid	73
3. Lähedus võõraste vahel	109
4. Mütseelne teadvus	145
5. Enne juuri	188
6. Ülemetsalised võrgustikud	226
7. Radikaalne mükoloogia	265
8. Seente mõtestamine	307
Epiloog. Kompostihunnik	338
Tänuavaldused	369
Märkused	373
Kirjandus	454
Nimeloend	528
Aineloend	531

PROLOOG

Vaatasin üles puu ladva poole. Tüvest võrsusid sõnajalad ja orhideed, mis kadusid liaanide sasipuntrasse puulatvade lehtedest moodustunud katusel. Kõrgel mu pea kohal tõusis kraaksatusega lendu tuukan, möiraahvide sõjasalk hakkas tasahilju mörisema. Vihm oli äsja lakanud ning lehed mu kohal poetasid äkiliste hoogudena alla raskeid piisku. Maa kohal rippus madal uduvine.

Puujuured väänlesid tüve alt eemale, kadudes peagi tihedatesse langenud lehtede kuhjatistesse, mis katsid džungli maapinda. Kopsisin madude hirmutamiseks kepiga vastu maad. Tarantel sibas eemale, mina aga laskusin põlvedele, et kobada sõrmedega mööda puujuuri sügavamale käsnjasse risusse, kus peenemad juured moodustasid tiheda punakaspruuni põimingu. Ninna hakkas vänge lõhn. Termiidid ronisid vaevaliselt läbi labürindi, üks tuhatjalgne tõmbus rõngasse, teeseldes surnut. Juur kadus maapinda, sestap puhastasin aiakühvliga koha ümbruse. Käsi ja lusikat kasutades kaevasin pealispinna lahti, edasi aga kaevasin nii õrnalt kui sain, tuues aeglaselt nähtavale juure, mis maapinnas puust eemale väänles.

Tunni möödudes olin edasi liikunud umbes meetri jagu. Nüüdseks oli väljapuhastatud juur nööriist peenem ja hakanud meeletult vohama. Tema kulgemist oli raske jälgida, kuna ta moodustas naabritega sõlmi, seega heitsin

kõhuli ja pistsin pea madalasse uuristatud vaku. Mõned juured lõhnavad teravalt ja pähkiselt, teised puidu järele ja kibedalt, kuid minu puu juured, kui neid küünega kraapisin, levitasid vürtsikat, meeldivalt tugevat vaigust lõhna. Liikusin niimoodi mööda maapinda tolli tolli haaval edasi mitmeid tunde, kraapides ja nuusutades iga paari sentimeetri tagant, veendumaks, et pole lasknud nööriotsal kaotsi minna.

Päeva edenedes tuli mullast puhastatud juurtest üha rohkem kiude välja, valisin neist mõned, millele järgnesin kuni tippudeni, kus need kaevusid mädanenud lehtede või oksaraagude purusse. Kastsin juuretipud veega täidetud pudelikesse, et pesta maha mulda, seejärel uurisin neid luubiga. Väikesed juurekesed harunesid samamoodi, nagu oleks tegu väikese puuga, nende pinda kattis kiletaoline kiht, mis näis värske ja kleepuvana. Just neid õrnu struktuure tahtsin ma uurida. Neist juurtest levis seeneniidistik pitsina maapinda ja läheduses asuvate puude juurte ümber. Ilma selle seenevõrgustikuta poleks mu puud olemas. Ilma taoliste seenevõrgustiketa ei eksisteeri mitte kusagil mitte ühtegi taime. Kogu maapealne elu, kaasa arvatud minu elu, sõltus nendest võrgustikest. Sikutasin kergelt peos olevat juurt ja tundsin, kuidas maapind liikus.

SISSEJUHATUS

MIDA TÄHENDAB OLLA SEEN?

Niiskes armastuses on hetki,
mil taevas on kade selle üle,
mida meie maa peal teha suudame.

Ḥāfez, (1315–1390)

Seened on kõikjal, kuid neid on lihtne mitte märgata. Nad on teie ja minu sees. Nad hoiavad alal teid ja kõike seda, millest sõltute. Juba nende sõnade lugemise ajal muudavad seened elu kulgemise viisi, nii nagu nad on seda teinud juba enam kui miljard aastat. Nad söövad kivimeid, tekitavad mulda, seedivad saasteaineid, toidavad ja tapavad taimi, jäävad ellu kosmoses, kutsuvad esile nägemusi, toodavad toitu, valmistavad ravimeid, manipuleerivad loomade käitumisega ja mõjutavad Maa atmosfääri koostist. Seened annavad meile võtme, mis aitab mõista planeeti, millel elame, ja viise, kuidas me mõtleme, tunname ja käitume. Kuid nad elavad oma elu suurel määral silme alt peidus olles, ja enam kui 90% nende liikidest on dokumenteerimata. Mida rohkem me saame seente kohta teada, seda vähem asju on ilma nendeta mõttekad.

Seened on üks eluslooduse riikidest – sama suur ja tegus kategooria nagu loomariik või taimeriik. Mikroskoopilised pärmseened on seened nagu ka laiuvad võrgustikud, mida

moodustavad külmaseened (*Armillaria*), kes on ühed kõige suuremad organismid maailmas. Praegune rekordiomanik Oregonis kaalub sadu tonne, ta on võtnud enda alla üle 10 km² suuruse ala ja tema vanus jääb kusagile kahe ja kaheksa tuhande aasta vahele. Arvatavasti leidub rohkesti suuremaid ja vanemaid eksemplare, kes on seni avastamata.¹

Paljud kõige dramaatilisemad sündmused Maal on olnud – ja on jätkuvalt – seente tegevuse tulemus. Umbes 500 miljonit aastat tagasi suutsid taimed veest väljuda tänu koostööle seentega, kes olid neile juurestikeks kümneid miljoneid aastaid, enne kui need taimedel endil välja arenesid. Tänapäeval sõltub enam kui 90% taimedest mükooriisast – tuletis kreekakeelsetest sõnadest *mykes* ('seen') ja *rhiza* ('juur') – seenjuurest, mis võib ühendada puid ühistesse võrgustikesse, millele mõnikord viidatakse kui „ülemetsalisele võrgustikule“ [ingl *wood wide web*]. Selline iidne ühendus tekitas maapinnal kogu äratuntava elu, mille tulevik sõltub taimede ja seente jätkuvast võimest moodustada tervislikke suhteid.

Taimed võivad olla muutnud planeedi roheliseks, kui aga pöörame pilgu tagasi devoni ajastusse 400 miljonit aastat tagasi, siis hämmastaks meid üks teine eluvorm: prototaksiidid (*Prototaxites*)². Need elusad püramiidjad struktuurid olid hajutatud üle kogu maastiku. Paljud neist olid kahekorruselisest hoonest kõrgemad. Mitte miski muu ei küündinud sellise suuruse lähedale: taimed olid küll olemas, kuid mitte kõrgemad kui meeter, ja veest polnud maale saabunud veel ühtegi selgroogset looma. Nendes

hiiglaslikes tüvedes rajasid endile kodud väikesed putukad, närides neis endile tube ja koridore. Need saladuslikud organismid – kes arvatakse olevat olnud hiiglaslikud seened – olid suurimad maismaal elavad struktuurid vähemalt 40 miljonit aastat, s.t 20 korda kauem, kui on eksisteerinud inimlaste perekond *Homo*.

Seened asutavad maismaal uusi ökosüsteeme tänase päevani. Kui sünnivad vulkaanilised saared või taganevad liustikud, tuues nähtavale palja kivimi, siis esimesed organismid, kes end seal sisse seavad ja mulda toodavad, milles hiljem saavad juurduda taimed, on samblikud – seente ja vetikate või bakterite kooslused. Hästi arenenud ökosüsteemides uhuks vihm mulla kiiresti ära, kui poleks tihket seenkoe segu, mis seda koos hoiab. Maakeral on vähe kohti, kus seeni ei leidu; seeni on kõikjal, alates merepõhja sügavatest setetest kuni kõrbete pinnase, Antarktika jäätunud orgude ning inimese soolestiku ja kehaavadeni. Üheainsa taime lehtedes ja vartes võib leiduda kümneid kuni sadu liiki seeni. Nad koovad end tikandkirjana taimerakkude vahelistest tühimikest läbi ning aitavad kaitsta taimi haiguste eest. Ilma nende seenteta ei leidu mitte ühtegi loomulikes tingimustes kasvanud taime, nad on samal määral taimeks olemise osad nagu lehed või juured.³

Seente võime nii erinevates elupaikades edukalt hakkama saada sõltub nende väga mitmekesisest metabolismist ehk ainevahetusest. Ainevahetus on keemilise muundumise kunst. Seened on ainevahetuse võlurid, olles suutelised leidlikult uurima, otsima ja koguma ning

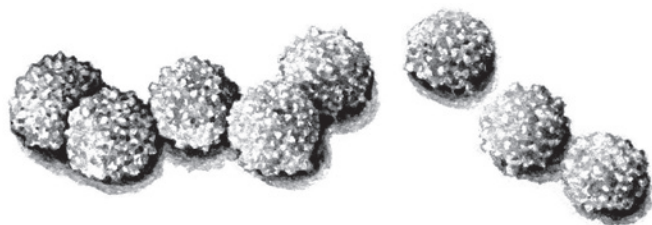
säästma, nendega võivad selles võistelda vaid bakterid. Kasutades võimsate ensüümide ja hapete kokteile, suudavad seened lõhustada mõningaid kõige kangekaelsemaid aineid planeedil, alates ligniinist, puidu kõige tugevama komponendist, kuni kivimi, toornafta, polüuretaanplasti ja lõhkeaine trinitrotolueenini (TNT-ni).⁴ Väga vähesed keskkonnad on liiga äärmuslikud. Kaevandamisjäätmetest eraldatud liik on üks kõige kiirguskindlaimaid organisme, kes kunagi avastatud, temast võib olla abi tuumajäätmete ladustuskohtade puhastamisel. Tšornobõlis õhku lennanud tuumareaktor on koduks selliste seente suurele populatsioonile. Paljud radioaktiivsuse suhtes tolerantset seeneliigid kasvavad isegi radioaktiivsete „kuumade“ osakeste suunas ja paistavad olevat suutelised rakendama kiirgust energiaallikana, nii nagu taimed kasutavad päikeseenergiat.⁵

Rahva teadvuses domineerivad seentena kübarseened [ingl *mushrooms*], kuid samamoodi nagu taime viljad on vaid üks osa palju suuremast struktuurist, mis hõlmab varsi ja juuri, nii on kübarseened vaid seente viljakehad, koht, kus toodetakse eoseid. Seened kasutavad eoseid nii nagu taimed seemneid: enda levitamiseks. Kübarseened on seente viis veenda peale seenmaailma ka teisi – alates tuulest kuni oravani – abistama end eoste levitamisel või takistada neid sellesse protsessi sekkumast. Seenekübarad on seente osad, mis on tehtud nähtavaks, kirbeks, ihaldatavaks, maitsvaks, mürgiseks. Kuid kübarseente kõrval on palju rohkem

seeneliike, kes vabastavad eoseid, ilma et üldse kübarat kasvataks.

Me kõik elame ja hingame seeni tänu nende viljakehade edukusele eoste levitamisel. Mõnedel liikidel vallanduvad eosed plahvatuslikult, kiirendusega, mis ületab 10 000 korda kosmosesüstiku kiirust pärast starti, ulatudes kuni sadade kilomeetriteni tunnis – selline eoste liikumise kiirus kuulub suurimate kiiruste hulka, mida elusorganismid võivad saavutada. Teised seeneliigid loovad omaenda mikrokliima: eosed kanduvad ülespoole tuulevooga, mille tekitavad kübarseened, kui vesi nende eoslehtedest aurustub. Seened toodavad igal aastal 50 megatonni eoseid – mis võrdub 500 000 sinivaala massiga –, mis teeb neist kõige suurema õhus leiduvate elusosakeste allika. Eoseid leidub pilvedes ja nad mõjutavad ilma seeläbi, et päästavad valla vihma, lund, lobjakat ja rahet põhjustavate veetilgakeste ja jääkristallide moodustumise.⁶

Mõned seened, nagu näiteks pärmseened, kes käärivad suhkrut alkoholiks ja põhjustavad leivataina kerkimist, koosnevad üksikutest rakkudest, mis paljunevad kaheks pungumine teel. Kuid enamik seeni moodustab võrgustikke paljudest hüüfidena tuntud rakkudest: need on peenikesed seeneniidid, mis harunevad, sulavad kokku ja puntrasse, moodustades anarhilise filigraanse seene- niidistiku ehk mütseeli. Mütseel kirjeldab kõige tavalisemat seene harjumust, millest on parem mõelda mitte kui asjast, vaid kui protsessist: see on uuriv, ebakorrapärane kalduvus. Mütseelivõrgustike ökosüsteemidest voolab läbi



Eosed

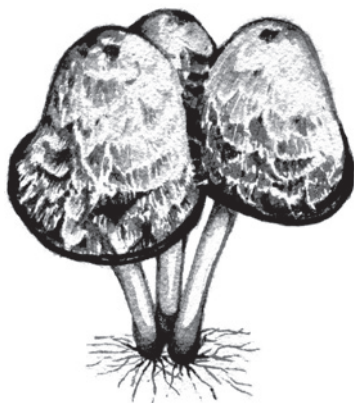
vett ja toitaineid. Mõnede seeneliikide mütseel on elektriliselt ärritatav ja juhib elektrilaineid mööda hüüfe sarnaselt elektriimpulsside liikumisega looma närvirakkudes.⁷

Hüüfid loovad mütseeli, kuid moodustavad ka eriliselt kohastunud struktuure. Sellised viljakehad nagu on kübarseentel tekivad hüüfiharude üksteise külge kinnitumisest. Need elundid võivad hakkama saada paljude muudegi vägitegudega peale eoste väljapaiskamise. Mõned, näiteks trühvlid, toodavad aroome, mis paigutab nad maailma kallemate toiduainete hulka. Teised, näiteks soomustindikud



Mütseel

Soomustindikud
(*Coprinus comatus*),
joonistatud soomustindikust
saadud tindiga



(*Coprinus comatus*), võivad rajada endale teed läbi asfaldi ja kergitada raskeid sillutuskive, ehkki nad iseenesest ei kujuta endast tugevat ainet. Korjake soomustindik ja te võite selle praadida ja ära süüa. Jätke see kruusi, ja selle erevalge seeneliha muutub mõne päevaga pigimustaks tindiks (selle raamatu illustratsioonid on tehtud soomustindiku tindiga).⁸

Metaboolne leidlikkus võimaldab seentel sepihata väga erinevaid suhteid. Taimed on oma juurtes või võsudes toitumise ja kaitse mõttes sõltunud seentest sestpeale, kui nad on olemas olnud. Ka loomad sõltuvad seentest. Inimeste järel on lehelõikaja-sipelgad loomad, kes moodustavad kõige suuremaid ja keerulisemaid ühiselulisi kolooniaid Maal. Kolooniad võivad koosneda enam kui kaheksast miljonist isendist ja maa-alustest pesadest, mille läbimõõt võib ulatuda rohkem kui 30 meetrini. Lehelõikaja-sipelga elu

keerleb seente ümber, keda nad kasvatavad tohutu suurtes koopataolistes kambrites ja toidavad lehetükikestega.⁹

Inimühiskonnad pole seentega sugugi vähem läbi põimunud. Seente tekitatud haigused põhjustavad miljardite dollarite ulatuses kahju, näiteks seenkahjur *Pyricularia oryzae* hävitab riisi koguses, mis on piisavalt suur, et toita igal aastal rohkem kui 60 miljonit inimest. Puude seenhaigused (jalakasurmast kuni *Cryphonectria parasitica* põhjustatava kastani närbumistõveni) muudavad metsade ja maastike väljanägemist. Roomlased palvetasid jahukaste jumala Robiguse¹⁰ poole, et ta hoiaks ära seenhaigused, kuid ei suutnud teha lõppu näljahädadele, mis aitasid kaasa Rooma impeeriumi langusele. Seenhaiguste mõju on suurenemas üle kogu maailma: jätkusuutmatu põllumajanduspraktika vähendab taimede võimet moodustada suhteid kasulike seentega, kellest nad sõltuvad. Seenevastaste fungitsiidide laienenud kasutamine on toonud kaasa uute, nii inimeste kui ka taimede tervisele ohtlike superkahjurite arvukuse enneolematu kasvu.¹¹ Inimesed levitavad haigusi põhjustavaid seeni, luues uusi võimalusi nende arenguks. Viimase 50 aastaga on läbi aegade kõige surmavam haigus, mida põhjustab seen, kes nakatab kahepaikseid, levinud üle maailma seoses kaubavahetusega. See on viinud juba 90 kahepaiksete liigi väljasuremiseni ja ähvardab hävitada veel rohkem kui sadat liiki. Banaanisort 'Cavendish', kelle arvele läheb 99% globaalsest banaanitranspordist, on seenhaiguse tõttu suurel määral hävinud ja seisab saabuvatel kümnenditel silmitsi väljasuremisega.¹²

Aga sarnaselt lehelõikaja-sipelgatega on ka inimesed jõudnud arusaamiseni, kuidas kasutada seeni suure hulga pakiliste probleemide lahendamiseks. Tegelikult oleme ilmselt rakendanud seente pakutavaid lahendusi juba kauem, kui oleme olnud liik *Homo sapiens*. 2017. aastal taastasid teadlased ligikaudu 50 000 aastat tagasi välja surnud neandertallaste, tänapäeva inimeste sugulaste toidusedeli.¹³ Nad leidsid, et üks hambamädanikuga indiviid oli söönud teatud liiki seent – penitsilliini tootvat hallitust –, mis vihjab, et seene antibiootilised omadused olid teada. On teisigi, vähem iidseid näiteid, kaasa arvatud jäämees Ötzi, jäälius-tikust leitud eriti hästi säilinud neoliitiline surnukeha, mis pärineb ajast umbes 5000 aastat tagasi. Oma surmapäeval kandis jäämees kukrut, mis oli topitud täis tuletaela (*Fomes fomentarius*), mida ta peaaegu kindlasti kasutas tule tegemiseks, ja kasekäsnaku (*Fomitopsis betulina*) hoolikalt pre-pareeritud tükikesi, mis kõige tõenäolisemalt olid mõeldud arstimiks.¹⁴

Austraalia põlisrahvad ravisid haavu hallitusega, mida korjati eukalüptipuude varjus olevalt küljelt. Jeruusalemis Talmudis mainitakse hallitusest tehtud ravimit, mida tuntakse *chamka*'na; see koosneb hallitusega kaetud teraviljast, mida on leotatud datliveinis. Vana-Egiptuse papüürused aastast 1500 eKr viitavad hallituse raviomadustele ja 1640. aastal kirjeldas John Parkinson, kuninga ravimtaimeasjatundja Londonis, hallituse kasutamist haavade ravimisel. Aga alles 1928. aastal avastas Alexander Fleming, et hallitus tekitab baktereid tapva keemilise

ühendi, mis nimetati penitsilliiniks. Penitsilliinist sai esimene nüüdisaegne antibiootikum ja sellest ajast peale on see päästnud loendamatul hulgal elusid. Flemingi avastust peetakse üldiselt üheks kõige otsustavamaks sündmuseks tänapäeva meditsiinis ja väidetavalt aitas see ka nihutada jõujooni Teises maailmasõjas.¹⁵

Penitsilliin, ühend, mis suutis kaitsta seeni bakteriaalse infektsiooni eest, osutus kaitsvaks ka inimestele. See polegi ebaharilik: ehkki seeni on loetud kokkukuuluvaks taimedega, on nad tegelikult lähemas suguluses loomadega – see on näide kategooriaveast, mida teadlased sageli teevad, püüdes seente elu mõista. Molekulaarsel tasandil on seened ja inimesed piisavalt sarnased, et löigata kasu paljudest samadest biokeemilistest uuendustest. Kasutades seente toodetud ravimeid, laename sageli seente lahenduse ja asetame selle ümber oma kehasse.¹⁶ Seened on farmakoloogilises mõttes viljakad ja tänapäeval sõltume neist veel paljude teiste keemiliste ainete puhul peale penitsilliini: sellised on näiteks tsüklosporiin (immunosupressiivne ravim, mis teeb võimalikuks elundite siirdamise), kolesterooli alandavad statiinid, paljud võimsad viirus- ja vähivastased ühendid (kaasa arvatud multimiljardidollariline ravim taksool (Taxol), mida algselt eraldati seentelt, kes elavad jugapuu kooses), rääkimata alkoholist (mida paneb käärima pärmseen) ja psilotsübiinist (aktiivne koostisosa psühhedeelsetes seentes, kes on hiljutistes kliinilistes katsetes näidanud end võimelisena leevendama raskekujulist depressiooni ja ärevust).¹⁷ 60% tööstuses kasutatavatest