



Traducere din engleză de
Mihaela Sofonea

Merlin
Sheldrake

CO-LECȚIA
DE ȘTIINȚĂ

■ PUBLICA

CUPRINS

Prolog	9
Introducere: Cum este să fii fungus?	13
1. O ispită	43
2. Labirinturi vii	73
3. Intimitatea străinilor	107
4. Minți miceliale	141
5. Înainte de rădăcini	181
6. Wood Wide Weburi	217
7. Micologie radicală	253
8. Deslușirea fungilor	293
Epilog: Acest compost	323
Mulțumiri	329
Note	335
Bibliografie	437

Prolog

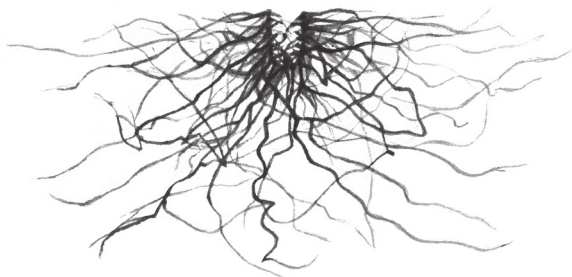
M-am uitat în sus, spre vârful copacului. Din trunchiul lui încolțeau ferigi și orhidee care dispăreau într-o încâlceală de liane în coroană. Sus, deasupra mea, un tucan s-a desprins de pe creanga sa croncănind și bătând din aripi și o ceată de mai-muțe urlătoare s-a pus pe zbierat. De-abia se oprise ploaia, iar de pe frunzele de sus se revărsau peste mine picături mari de apă, în jeturi neașteptate. O ceață joasă plutea deasupra solului.

Rădăcinile copacului se răsuceau înspre exterior de la baza trunchiului, pierzându-se rapid în vârtejurile groase de frunze căzute care acopereau solul junglei. Foloseam un băț pentru a bate în pământ ca să alung șerpilor. O tarantulă a zbughit-o și am ingenuncheat, pipăind cu mâna în josul trunchiului copacului și a uneia dintre rădăcini, până am ajuns la o masă de rămășițe spongioase, unde rădăcinile mai firave se încâlceau într-un ghem roșcat-marونیu. Se ridica un miros intens. Prin labirint se cățarau termite și un miriapod s-a încolăcit, prefăcându-se mort. Rădăcina mea dispărea în pământ și am curățat zona dimprejur cu o lopățică. Mi-am folosit mâinile și o lingură pentru a îndepărta stratul de pământ de la suprafață

și am săpat cât de atent am putut, scoțând-o treptat la iveală, urmărind cum se ramifica din copac și se răsucea imediat sub suprafața solului.

După o oră, parcursesem cam un metru. Rădăcina mea era acum mai subțire decât un șnur și începuse să se ramifice frenetic. Era greu să o urmăresc, căci se încolăcea cu cele învecinate, așa că m-am întins pe burtă și mi-am coborât fața în șanțulețul pe care îl făcusem. Unele rădăcini au un miros înțepător, ca de nucă, iar altele, lemnos și amar, dar rădăcinile copacului meu aveau un iz rășinos și condimentat când le-am zgâriat cu unghia. Timp de câteva ore mi-am croit drum prin pământ, râcâind și adulmecând la fiecare câțiva centimetri, pentru a mă asigura că nu pierdusem firul.

Pe măsură ce ziua se scurgea, din rădăcina pe care o dezgropasem apăreau tot mai multe filamente și am ales câteva pe care le-am urmat până la capăt, unde intrau în bucăți de frunze sau rămurele putrede. Am înmuiat capetele într-un flacon cu apă pentru a curăța noroiul și le-am privit printr-o lupă. Radicelele se ramificau ca un copăcel și suprafața lor era acoperită cu un strat alunecos, care părea proaspăt și lipicios. Voiam să examinez tocmai aceste structuri deli-



cate. Din aceste rădăcini, o rețea de fungi se întindea în sol și împrejurul rădăcinilor copacilor din apropiere. Fără această rețea de fungi, copacul meu nu ar exista. Fără rețele fungice similare, nicio plantă nu ar exista, nicăieri. Toată viața de pe uscat, inclusiv a mea, depindea de aceste rețele. Am tras ușor de rădăcina mea și am simțit pământul mișcându-se.





Introducere

Cum este să fii fungus?

„Există momente în iubirea reavănă când raiul
este gelos pe ceea ce putem face noi pe Pământ.”

- HAFIZ

Fungii sunt peste tot și este ușor să-i ratezi. Sunt înăuntrul și împrejurul tău. Te susțin, pe tine și toate lucrurile de care depinzi. În timp ce citești aceste cuvinte, fungii modifică felul în care se desfășoară viața, la fel cum o fac de peste un miliard de ani. Consumă rocă, produc sol, digeră poluanți, hrănesc și ucid plante, supraviețuiesc în spațiu, provoacă viziuni, produc hrană, fac medicamente, manipulează comportamentul animalelor și influențează compoziția atmosferei Pământului. Fungii ne oferă o cheie pentru a înțelege planeta pe care trăim și modurile în care gândim, simțim și ne purtăm. Cu toate acestea, își duc viața în mare măsură nevăzuți și peste 90% dintre speciile lor rămân nedocumentate. Cu cât învățăm mai mult despre fungi, cu atât totul devine mai puțin de înțeles fără ei.

Fungii alcătuiesc unul dintre regnurile lumii vii, fiind o categorie la fel de vastă și de activă ca „animalele” sau

„plantele”. Drojdiile microscopice sunt fungi, la fel ca întinsele rețele de ciuperci de miere, sau *Armillaria*, unele dintre cele mai mari organisme din lume. Actuala deținătoare a recordului, aflată în Oregon, cântărește sute de tone, se întinde pe zece kilometri pătrați și are undeva între 2 000 și 8 000 de ani. Există probabil multe specimene mai mari și mai străvechi, încă nedescoperite.¹

Multe dintre cele mai dramatice evenimente de pe Pământ au fost – și continuă să fie – rezultatul activității fungice. Plantele nu au părăsit apa decât cu aproximativ 500 de milioane de ani în urmă, ca urmare a colaborării lor cu fungii, care au funcționat ca un sistem de rădăcini timp de zeci de milioane de ani, până când plantele și-au putut dezvolta propriile rădăcini. Astăzi, peste 90% dintre plante depind de fungii micorizali – din cuvintele grecești pentru fungi (*mykes*) și rădăcină (*rhiza*) – care pot lega copacii în rețele comune, numite uneori „Wood Wide Web”*. Această străveche asociere a dat naștere tuturor formelor de viață recognoscibile de pe uscat, al căror viitor depinde de fungi pentru a forma relații sănătoase.

Plantele au înverzit planeta, însă, dacă am putea să ne întoarcem în perioada devoniană, cu 400 de milioane de ani în urmă, am fi frapați de o altă formă de viață: *Prototaxites*. Aceste turnuri ascuțite vii erau împrăștiate peste tot. Multe depășeau în înălțime o clădire cu două etaje. Nimic altceva nu se apropia de această dimensiune: existau plante, dar nu mai înalte de un metru și nicio vertebrată nu ieșise încă din apă. Mici insecte se adăposteau în trunchiurile lor gigantice,

*Termenul de Wood Wide Web a fost introdus de dr. Susanne Simard, profesor de ecologia pădurii la University of British Columbia, pentru a denumi rețeaua subterană complexă, similară unei pânze sau țesături (*web*), alcătuită din rădăcini, fungi și bacterii, prin intermediul căreia copacii și plantele dintr-o pădure primesc substanțe nutritive și se conectează unii cu alții (n.t.).

hrănindu-se cu ele și creându-și astfel încăperi și coridoare. Acest enigmatic grup de organisme – considerate a fi fost fungi enormi – au fost cele mai mari structuri vii de pe uscat timp de cel puțin 40 de milioane de ani, o perioadă de 20 de ori mai lungă decât existența genului *Homo*.²

Chiar și astăzi, noile ecosisteme de pe uscat sunt generate de fungi. Când se formează insule vulcanice sau se retrag ghețarii, lăsând în urmă roca dezgolită, lichenii – o combinație de fungi și alge sau bacterii – sunt primele organisme care apar și produc solul în care vor prinde ulterior rădăcini plantele. În ecosistemele bine dezvoltate, solul ar fi rapid erodat de ploaie dacă nu ar exista rețeaua densă de țesut fungic care îl ține pe loc. De la straturile adânci de sedimente de pe fundul mării la suprafața deșerturilor, de la văile înghețate din Antarctica până la intestinalele și orificiile noastre, există puține locuri pe glob în care nu se găsesc fungi. Pot exista între zeci și sute de specii în frunzele și tulpinile unei singure plante. Acești fungi se întind în spațiile dintre celulele plantelor, într-o țesătură strânsă, ajutând plantele să se apere de boli. Nu există plante care să crească în condiții naturale fără fungi; aceștia sunt parte integrantă din plante, la fel ca frunzele sau rădăcinile.³

Abilitatea fungilor de a prospera într-o asemenea varietate de habitate se bazează pe diversele lor capacități metabolice. Metabolismul este arta transformării chimice. Fungii sunt vrăjitori metabolici și pot explora, elimina și recupera în moduri ingenioase, capacitățile lor fiind egalate doar de bacterii. Folosind cocktailuri de enzime și acizi puternici, fungii pot descompune unele dintre cele mai încăpățânate substanțe de pe planetă, de la lignină, cea mai dură componentă a lemnului, până la rocă, țigeti, plastic poliuretan și dinamită. Puține medii sunt extreme. O specie izolată în deșuri de

minereu este unul dintre organismele cele mai rezistente la radiație descoperite vreodată și poate ajuta la curățarea situurilor de deșeuri nucleare. Reactorul nuclear care a explodat la Cernobîl adăpostește o mare populație de astfel de fungi. O serie dintre aceste specii tolerante la radiații se dezvoltă chiar în apropierea particulelor radioactive „încinse” și par a fi capabile să utilizeze radiația ca sursă de energie, așa cum plantele folosesc energia oferită de lumina soarelui.⁴

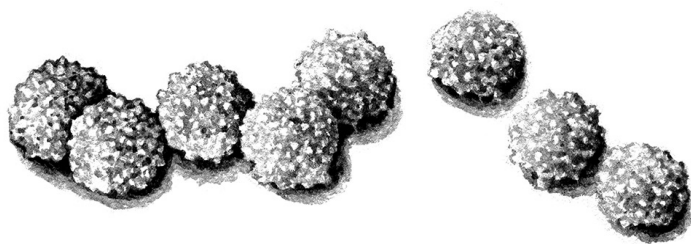
Ciupercile domină imaginația populară fungică, dar, la fel cum fructele plantelor sunt doar o parte dintr-o structură mult mai mare, care include ramuri și rădăcini, ciupercile nu sunt decât fructul fungilor, locul în care se produc sporii. Fungii folosesc sporii așa cum plantele folosesc semințele: pentru a se răspândi. Ciupercile sunt modul fungilor de a implora lumea nefungică, de la vânt la veverițe, să le ofere ajutor în răspândirea sporilor sau să împiedice interferențele în acest proces. Sunt părțile fungilor care sunt vizibile, înțepătoare, demne de râvnit, delicioase, otrăvitoare. Cu toate acestea, ciupercile nu sunt decât o abordare printre multe altele: marea majoritate a speciilor fungice emană spori fără a produce niciun fel de ciuperci.

Cu toții trăim și respirăm fungi, ca urmare a capacității prolifice a sporoforilor* de a dispersa spori. Unele specii emană spori exploziv, cu o viteză de 10 000 de ori mai mare decât aceea a unei navete spațiale în momentul lansării, ajungând până la 100 de kilometri pe oră – una dintre cele mai rapide mișcări ale oricărui organism viu. Alte specii de fungi își creează propriul microclimat: sporii sunt ridicați de o pală

* Sporoforul este un corp de fructificație pedicelat, care formează spori (n.r.)

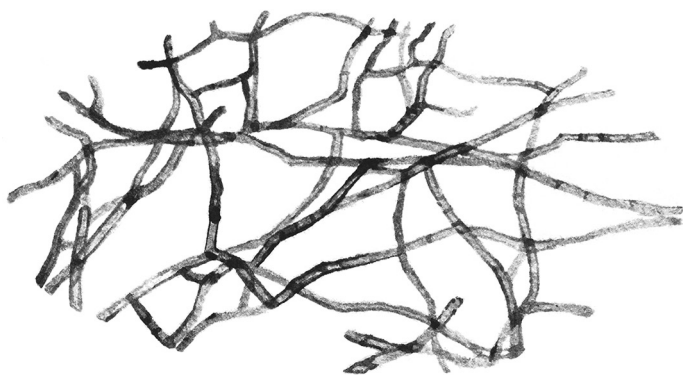
de vânt generată de ciuperci, în timp ce apa se evaporă din hifele lor. Fungii produc în jur de 50 de megatone de spori în fiecare an – echivalând cu greutatea a 500 000 de balene albastre –, ceea ce îi face să fie cea mai mare sursă de particule vii din aer. Sporii se găsesc în nori și influențează vremea, declanșând formarea picăturilor de apă care dau naștere ploii și cristalelor de gheață din care se formează zăpada, lapovița și grindina.⁵

Anumite tipuri de fungi, precum drojdiile care fermentează zahărul în alcool și fac pâinea să crească, constau în celule unice, care se multiplică prin diviziune. Însă majoritatea fungilor formează rețele alcătuite din numeroase celule, cunoscute drept hife: structuri tubulare fine care se ramifică, fuzionează și se amestecă în filigranul anarhic al miceliului. Miceliul descrie cel mai comun obicei fungic, înțeles nu ca lucru, ci mai degrabă ca proces – o tendință exploratorie, neregulată. Apa și nutrienții circulă prin ecosisteme în interiorul rețelelor miceliale. Miceliul unor specii fungice este sensibil la electricitate și conduce impulsuri electrice prin hife, asemănător impulsurilor electrice în celulele nervoase ale animalelor.⁶



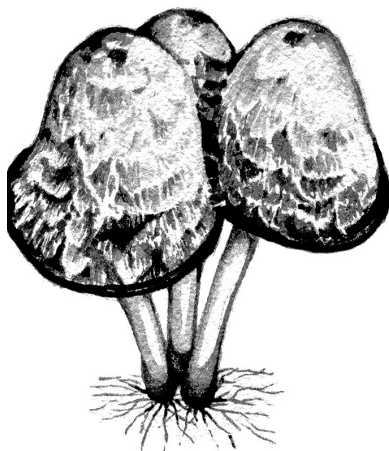
Spori

Hifele alcătuiesc miceliul, dar creează totodată structuri mai specializate. Părțile roditoare, cum ar fi ciupercile, rezultă din compactarea mănunchiurilor de hife. Aceste organe pot realiza multe lucruri, în afară de emanarea sporilor. Unele, precum trufele, produc arome care le-au făcut să devină unele dintre cele mai scumpe alimente din lume. Altele, precum buretele de cerneală (*Coprinus comatus*), pot pătrunde prin asfalt și ridica pietrele grele de pavaj, deși nu sunt alcătuite dintr-un material dur. Buretele de cerneală poate fi cules, prăjit și mâncat. Dacă îl lași într-un borcan, carnea sa de un alb intens se va lichefia într-o cerneală neagră ca smoala în decursul câtorva zile (ilustrațiile din această carte au fost desenate cu cerneală *Coprinus*).⁷



Miceliu

Ingeniozitatea lor metabolică le permite fungilor să creeze o largă varietate de relații. Fie la nivelul rădăcinilor, fie prin vlăstari, plantele s-au bazat dintotdeauna pe fungi pentru a se hrăni și apăra. Și animalele se bazează pe fungi. După



Bureți de cerneală, *Coprinus comatus*, desenați cu cerneală făcută din această specie de ciupercă

oameni, animalele care formează unele dintre cele mai mari și mai complexe societăți de pe Pământ sunt furnicile tăietoare de frunze. Coloniile pot atinge dimensiuni de până la opt milioane de indivizi, având cuiburi subterane care ajung să aibă peste 30 de metri în diametru. Viețile furnicilor tăietoare de frunze orbitează un fungus pe care îl cultivă în încăperi cavernoase și pe care îl hrănesc cu fragmente de frunze.⁸

Societățile umane nu sunt mai puțin întrețesute cu funгии. Bolile provocate de fungi produc pierderi de miliarde de dolari – ciupercă blastică de orez distruge anual o cantitate de orez suficientă pentru a hrăni peste 60 de milioane de oameni. Bolile fungice ale copacilor, de la boala olandeză a ulmilor până la cancerul castanului, transformă pădurile și peisajele. Romanii se rugau zeului mucegaiului, Robigus, să

prevină bolile fungice, dar nu au reușit să oprească foamea care a contribuit la declinul Imperiului Roman. Impactul maladiilor fungice crește în întreaga lume: practicile agricole nesustenabile reduc abilitatea plantelor de a forma relații cu fungii benefici de care depind. Larga răspândire a chimicalelor antifungice a condus la o creștere fără precedent a unor noi superpatogeni fungici care amenință atât sănătatea oamenilor, cât și pe cea a planetei. Pe măsură ce oamenii răspândesc tot mai multe ciuperci care provoacă boli, creează noi ocazii pentru evoluția acestora. În ultimii 50 de ani, boala cu cele mai mari efecte letale înregistrate vreodată – un fungus care infectează batracienii – a fost răspândită în lume prin comerț. A condus la extincția a 90 de specii de batracieni și amenință să nimicească încă 100. Varietatea de banane care constituie 99% din comerțul global cu acest fruct, Cavendish, este decimată de o boală fungică și ar putea dispărea în următoarele decenii.⁹

Însă, ca și furnicile tăietoare de frunze, oamenii au descoperit cum să folosească fungii pentru a rezolva o serie de probleme presante. De fapt, probabil că folosim soluții fungice încă dinainte de a deveni *Homo sapiens*. În 2017, cercetătorii au reconstituit dietele neanderthalienilor, verii oamenilor moderni, care au dispărut cu aproximativ 50 000 de ani în urmă. Au descoperit că un individ cu un abces dentar mâncase un tip de ciupercă, un mușcăi care producea penicilină, ceea ce sugerează că îi cunoștea proprietățile antibiotice. Mai există și alte exemple, mai puțin străvechi, printre care „Omul ghețurilor”, un cadavru din neolitic extrem de bine păstrat, descoperit într-un ghețar, care datează de aproximativ 5 000 de ani. În ziua în care a murit, Omul ghețurilor purta un săculeț plin cu bucățele din ciupercă iască (*Fomes fomen-*

tarius), pe care aproape sigur o folosea pentru a aprinde focul, și fragmente cu grijă pregătite din ciuperca poliporul de mesteacăn (*Fomitopsis betulina*), utilizată foarte probabil ca medicament.¹⁰

Populațiile indigene din Australia tratau rănilor cu mucegai cules din partea umbrită a arborilor de eucalipt. În Talmudul evreiesc apare un leac pe bază de mucegai, cunoscut drept „chamka”, care constă în porumb muced, îmbibat în vin de curmale. Papirusurile egiptene din 1500 î.H. fac referire la proprietățile curative ale mucegaiului, iar în 1640, botanistul londonez al regelui, John Parkinson, descria utilizarea mucegaiurilor pentru a trata rănilor. Dar abia în 1928 a descoperit Alexander Fleming că un mucegai produce o substanță ce ucidea bacteriei, numită penicilină. Penicilina a devenit primul antibiotic modern și a salvat de atunci nenumărate vieți. Descoperirea lui Fleming este considerată în întreaga lume unul dintre momentele definitorii ale medicinei moderne, care se pare că a contribuit la modificarea balanței de putere în al Doilea Război Mondial.¹¹

Penicilina, un compus care poate apăra fungii de infecțiile bacteriene, s-a dovedit a proteja și oamenii. Nu este ceva neobișnuit: deși fungii au fost puși de multă vreme laolaltă cu plantele, sunt, în esență, mai apropiați de animale – un exemplu al genului de greșeli de clasificare pe care cercetătorii le fac adesea în încercarea lor de a înțelege existența fungilor. La nivel molecular, fungii și oamenii se aseamănă îndeajuns pentru a beneficia de pe urma a numeroase inovații biochimice similare. Când folosim medicamente produse de fungi, împrumutăm adesea o soluție fungică și o găzduim în propriile corpuri. Fungii sunt prolifici din punct de vedere farmaceutic, iar astăzi ne bazăm pe ei pentru multe alte substanțe

chimice în afară de penicilină: ciclosporină (un medicament imunosupresor care face ca transplanturile de organe să fie posibile), statine care reduc colesterolul, o serie de compuși antivirali și anticancer (inclusiv medicamentul de miliarde de dolari Taxol, extras inițial din fungii care trăiesc în tisă), ca să nu mai vorbim de alcool (fermentat de o drojdie) și de psilocibină (componentul activ din ciupercile psihedelice, care sunt capabile să înlăture formele grave de depresie și de anxietate, după cum arată testele clinice). 60% dintre enzimele folosite în industrie sunt generate de fungi și 15% dintre vaccinuri sunt produse din tulpini de drojdii cultivate. Acidul citric produs de fungi este folosit în toate băuturile carbogazoase. Piața globală pentru ciuperci comestibile este înfloritoare și se estimează o creștere de la 42 de miliarde de dolari în 2018 la 69 de miliarde de dolari în 2024. Vânzările de ciuperci medicinale cresc anual.¹²

Soluțiile fungice nu se reduc la sănătatea umană. Tehnologiile fungice radicale ne pot ajuta să răspundem la unele dintre numeroasele probleme provocate de continua devastare a mediului înconjurător. Compușii antivirali produși de miceliul fungic reduc sindromul depopulării coloniilor de albine. Apetitul vorace al fungilor poate fi utilizat pentru a descompune substanțele poluante precum țițeiul din deversările de petrol, printr-un proces cunoscut drept „micoremediere”. Prin „micofiltrare”, apa contaminată este trecută prin straturi de miceliu care filtrează metalele grele și descompun toxinele. Prin „micofabricare”, din miceliu se produc materiale de construcție și textile, înlocuind plasticul și pielea în numeroase moduri de folosire. Melaninele fungice, pigmentii produși de fungii radiotoleranți, sunt o nouă sursă promițătoare de biomateriale rezistente la radiații.¹³

Societățile umane au pivotat întotdeauna în jurul metabolismelor fungice uluitoare. Doar simpla enumerare a realizărilor chimice ale fungilor ar dura luni în șir. Cu toate acestea, în ciuda însușirilor promițătoare și a rolului central în numeroase fascinații umane antice, fungii s-au bucurat doar de o frântură de atenție, în comparație cu animalele și plantele. Cea mai bună estimare sugerează că există între 2,2 și 3,8 milioane de specii de fungi în lume – de 6 până la 10 ori mai multe decât numărul speciilor de plante –, ceea ce înseamnă că abia 6% dintre toate speciile de fungi au fost descrise. Abia începem să deslușim complexitățile și subtilitățile vieții fungilor.¹⁴

Am fost fascinat dintotdeauna de fungi și de transformările pe care le provoacă. Un buștean solid devine sol, o bucată de aluat dospește și devine pâine, o ciupercă erupe peste noapte – dar cum? În adolescență, îmi exploram uluirea găsind moduri de a intra în contact cu fungii. Culegeam ciuperci și le cultivam în camera mea. Mai târziu, am făcut alcool, în speranța că aș putea învăța mai multe despre drojdie și influența acesteia asupra mea. Mă minunam de transformarea mierii în mied și a sucului de fructe în vin – și de felul în care produsul acestor transformări ne putea modifica simțurile, mie și prietenilor mei.

Când am început să cercetez fungii în mod formal, după ce am devenit student la Cambridge, la Catedra de Științe ale plantelor – nu există Catedra de Științe ale fungilor –, eram deja fascinat de simbioză, relația strânsă care se formează între organisme neînrudite. Istoria vieții se dovedea a fi plină de colaborări intime. Majoritatea plantelor, am aflat, depindeau de fungi, care le furnizau substanțe nutritive din

sol, ca fosforul sau azotul, în schimbul zaharurilor și al lipidelor dătătoare de energie, produse prin fotosinteză – procesul prin care plantele consumă lumină și dioxid de carbon din aer. Relația dintre plante și fungi a dat naștere biosferei, așa cum o cunoaștem, și susține viața pe uscat până astăzi, dar părea că înțelegem foarte puțin. Cum au apărut aceste relații? Cum comunică plantele și fungii? Cum puteam afla mai multe despre viețile acestor organisme?

Am acceptat oferta unui doctorat de a studia relațiile micorizale în pădurile tropicale din Panama. La scurt timp, m-am mutat într-o stație de cercetare, pe o insulă, condusă de Smithsonian Tropical Research Institute. Insula și peninsulele din jur făceau parte dintr-o rezervație naturală acoperită în întregime de pădure, în afară de o poiană în care se aflau dormitoare comune, o cantină și clădirile laboratoarelor. Erau sere pentru cultivarea plantelor, etuve de uscare, dol-dora de saci cu frunze uscate, o încăpere plină de microscopie și o cameră frigorifică ticsită cu probe: recipiente cu sevă de copac, lilieci morți, eprubete conținând căpușe extrase din spinarea șobolanilor spinoși și a șerpilor boa. Afișele de la avizier ofereau recompense în numerar tuturor celor care reușeau să aducă fecale proaspete de ocelot din pădure.

Jungla pulsa de viață. Erau leneși, pume, șerpi, crocodili; erau șopârle basilisc care puteau alerga pe suprafața apei fără a se scufunda. Pe doar câteva hectare locuiau la fel de multe specii de plante de pădure ca în întreaga Europă. Diversitatea pădurii se reflecta în bogata varietate a biologilor care veneau aici să o studieze. Unii se cățărau în copaci și observau furnicile. Unii porneau la drum în zori, în fiecare zi, pentru a merge pe urmele maimuțelor. Unii urmăreau fulgerele care loveau copacii în timpul furtunilor tropicale. Unii își petreceau zilele

suspendați de o macara, măsurând concentrația de ozon din coronamentul pădurii. Unii încălzeau solul folosind elemente electrice, pentru a vedea cum ar putea răspunde bacteriile la încălzirea globală. Unii studiau cum navigau cărăbușii folosind stelele. Bondarii, orhideele, fluturii – părea că nu exista niciun aspect al vieții în pădure care să nu fie observat.

Mă frapau creativitatea și umorul acestei comunități de cercetători. Biologii de laborator își petrec cea mai mare parte a timpului ocupându-se de fragmentele de viață pe care le studiază. Își trăiesc propria viață umană în afara recipientelor care conțin obiectele lor de studiu. Biologii de teren au rareori un control atât de mare. Lumea este recipientul, iar ei se află în interiorul acestuia. Balanța de putere este diferită. Furtunile le mătură steagurile care le demarchează experimentele. Copacii cad pe parcelele lor. Leneșii mor acolo unde plănuiau să măsoare substanțele nutritive din sol. Furnicile glonț îi înțeapă când trec pe lângă ele. Pădurea și locuitorii săi risipesc orice iluzie că oamenii de știință dețin controlul. Rezultatul este o atitudine umilă.

Relațiile dintre plante și fungii micorizali sunt esențiale pentru a înțelege cum funcționează ecosistemele. Voiam să aflu mai multe despre felul în care treceau substanțele nutritive prin rețelele fungice, dar am amețit gândindu-mă la ce se petrecea în subteran. Plantele și fungii micorizali trăiesc în devălmășie: mulți fungi pot locui în rădăcinile unei singure plante și multe plante se pot conecta printr-o singură rețea fungică. În acest fel, o varietate de substanțe, de la nutrienți la compuși de semnalizare, pot fi transmise între plante prin conexiuni fungice. Mai simplu spus, fungii asigură socializarea plantelor. Asta se înțelege prin „Wood Wide Web”. Pădurile tropicale în care am lucrat conțineau sute de

plante și de specii fungice. Aceste rețele sunt extraordinar de complicate, implicațiile lor fiind imense și încă puțin înțelese. Imaginează-ți uluirea unui antropolog extraterestru care a descoperit, după decenii de studiu asupra umanității moderne, că am avut ceva numit internet. Cam așa stau lucrurile și pentru ecologiștii contemporani.

În eforturile mele de a investiga rețelele de fungi micorizali care își croiau drum prin sol, am strâns mii de probe de sol și bucățele de rădăcini de arbori, pisându-le până deveneau o pastă, din care le extrăgeam grăsimile sau ADN-ul. Am cultivat sute de plante în ghivece cu diferite comunități de fungi micorizali, măsurând cât de mari le creșteau frunzele. Am presărat piper în straturi groase în jurul serelor pentru a împiedica felinele să se strecoare înăuntru, aducând cu ele de afară comunități fungice perfide. Am administrat plantelor substanțe chimice și le-am urmărit parcursul prin rădăcini, în sol, astfel încât să pot măsura ce cantități ar fi putut trece la asociații lor fungici – am trecut din nou la pisat și la făcut noi paste. Mă plimbam în jurul peninsulelor împădurite într-o bărcuță cu motor care se strica adesea, am urcat pe cascade căutând plante rare, am mers ore în șir pe cărări nămolose, cărând un rucsac plin cu sol îmbibat cu apă și am condus camioane prin tranșee de noroi roșu și cleios de junglă.

Dintre numeroasele organisme care trăiau în pădurea tropicală, cel mai mult m-a fascinat o specie de flori mici, care încolțeau din pământ. Aceste plante aveau înălțimea unei cești de cafea, cu tulpini subțiri, alb pal, și cu o singură floare de un albastru intens deasupra. Erau o specie de gențiană de junglă, numită *Voyria*, și își pierduseră de mult abilitatea de a utiliza fotosinteza. Astfel, își pierduseră clorofila, pigmentul care face posibilă fotosinteza și le conferă plantelor culoa-

rea verde. Eram uluit de *Voyria*. Fotosinteza este unul dintre lucrurile care face ca plantele să fie plante. Cum puteau aceste flori să supraviețuiască fără ea?

Bănuiam că relațiile plantelor *Voyria* cu partenerii lor fungici erau neobișnuite și mă întrebam dacă aceste flori mi-ar putea spune ceva despre ce se întâmpla sub suprafața solului. Am petrecut multe săptămâni căutând *Voyria* în junglă. Unele flori creșteau în luminișuri și erau ușor de găsit. Altele se ascundeau sub un edificiu de rădăcini dezvoltate deasupra solului. Pe parcele cât un sfert de teren de fotbal puteau fi sute de flori, iar eu trebuia să le număr pe toate. Pădurea era rareori deschisă sau plată, astfel că deseori trebuia să mă cațăr sau să mă aplec. De fapt, trebuia să fac aproape orice, în afară de mers. În fiecare seară mă întorceam la stația de cercetare murdar și epuizat. La cină, prietenii mei ecologi olandezi glumeau pe seama floricelelor mele drăgălașe, cu tulpinile lor firave. Ei studiau felul în care pădurile tropicale stocau carbonul. În timp ce eu mă târam de colo colo căutând micile inflorescențe, ei măsurau circumferința copacilor. Pentru bugetul de carbon al pădurii, *Voyria* erau neînsemnate. Prietenii mei olandezi mă tachinau cu privire la ecologia mea mărunță și fascinațiile mele delicate. Eu le ironizam ecologia brută și machismul. A doua zi, în zori, o porneam la drum din nou, cercetând solul, în speranța că aceste plante stranie mă puteau ajuta să-mi găsesc calea spre subteran, spre lumea aceea ascunsă și fecundă.

În păduri, laboratoare sau bucătării, fungii mi-au schimbat înțelegerea despre felul în care se desfășoară viața. Aceste organisme ne pun sub semnul întrebării categoriile și, reflectând asupra lor, lumea arată diferit. Încântarea mea din ce în

ce mai mare cu privire la puterea lor de a face asta m-a determinat să scriu această carte. Am încercat să găsesc moduri de a mă bucura de ambiguitățile pe care le prezintă fungii, dar nu este întotdeauna ușor să te simți în largul tău în spațiul creat de întrebările deschise. Se poate instala agorafobia. Este tentant să te ascunzi în încăperi mici, construite din răspunsuri rapide. M-am străduit să opun rezistență.

Unul dintre prietenii mei, filosoful și magicianul David Abram, a fost magicianul casei la Alice's Restaurant, în Massachusetts (care a devenit celebru datorită cântecului lui Arlo Guthrie). În fiecare seară trecea pe la mese; monedele i se furișau printre degete, reapărând exact unde nu trebuiau, dispăreau din nou, înjumătățite, și pierreau în vid. Într-o seară, doi clienți s-au întors la restaurant la scurt timp după ce au plecat și l-au tras pe David deoparte, părând tulburați. Când au plecat din restaurant, au zis ei, cerul părușe șocant de albastru, iar norii mari și strălucitori. Le pusese ceva în băutură? Odată cu trecerea săptămânilor, acest lucru a continuat să se întâmple – clienții se întorceau, spunând că traficul părușe mai sonor decât înainte, luminile stradale, mai vii, modelele din pavaj, mai fascinante, ploaia, mai răcoritoare. Trucurile magice schimbau modul în care oamenii percepeau lumea.

David mi-a explicat de ce credea că se întâmpla asta. Percepțiile noastre funcționează în mare măsură pe baza așteptărilor. Este nevoie de un efort cognitiv mai mic pentru a înțelege lumea folosind imagini preconcepuate, actualizate cu o cantitate mică de noi informații senzoriale decât să îți formezi constant percepții complet noi, pornind de la zero. Preconcepțiile noastre sunt cele care creează punctele oarbe în care magicienii își fac treaba. Prin uzură, trucurile

cu monede ne slăbesc constrângerile așteptărilor cu privire la felul în care funcționează mâinile și monedele. În cele din urmă, ne slăbesc constrângerile așteptărilor asupra percepțiilor, la modul generic. După ce plecau de la restaurant, cerul părea diferit deoarece clienții vedeau cerul cum era atunci și acolo, nu cum se așteptau să fie. Păcăliți să ne uităm așteptările, ne întoarcem la simțuri. Este uluitoare prăpastia dintre ce ne așteptăm să găsim și ce găsim când privim cu adevărat.¹⁵

Și fungii ne păcălesc, făcându-ne să ne uităm preconcepțiile. Viețile și comportamentele lor sunt extraordinare. Cu cât am studiat fungii mai mult, cu atât așteptările mi-au devenit mai laxe, iar conceptele familiare au început să pară din ce în ce mai nefamiliare. Două domenii ale cercetării biologice, care se dezvoltă rapid, m-au ajutat atât să traversez aceste stări de surpriză, cât și să găsesc sisteme de referință care mi-au ghidat explorarea lumii fungice.

Primul este acela al conștientizării tot mai acute a numeroaselor comportamente sofisticate, capabile să rezolve probleme care au evoluat la organisme fără creier, în afara regnului animal. Cele mai cunoscute exemple sunt mixomicetele, precum *Physarum polycephalum* (deși sunt amibe, nu fungi, așa cum sunt adevăratele mucegaiuri). După cum vom vedea, mixomicetele nu au monopol asupra rezolvării problemelor în absența creierului, dar sunt ușor de studiat și au devenit organisme ilustrative care au deschis noi căi de cercetare. *Physarum* formează rețele exploratorii alcătuite din vene asemănătoare unor tentacule și nu au sistem nervos central – sau nimic asemănător. Cu toate acestea, pot „lua decizii” comparând o serie de posibile direcții de acțiuni și pot găsi într-un labirint cea mai scurtă cale între două puncte. Cercetătorii japonezi au introdus mixomicete în vase

petri cu forma zonei metropolitane Tokyo. Fulgi de ovăz marcau nodurile urbane majore și lumini intense reprezentau obstacole precum munții – mixomicetelor nu le place lumina. După o zi, mixomicetele găsiseră cea mai eficientă rută între fulgii de ovăz, grupându-se într-o rețea aproape similară cu rețeaua feroviară din Tokyo. În experimente identice, mixomicetele au recreat rețeaua de autostrăzi din Statele Unite și rețeaua de drumuri romane din Europa Centrală. Un pasionat de mixomicete mi-a povestit despre un test pe care îl efectuase. Se pierdea adesea în magazinele IKEA și petrecea multe minute încercând să găsească ieșirea. A decis să își confrunte mixomicetele cu aceeași problemă și a construit un labirint bazat pe structura magazinului IKEA local. Negreșit, fără indicatoare sau indicii oferite de personal, mixomicetele au găsit în scurt timp cea mai rapidă cale spre ieșire. „Vezi”, a zis el râzând, „sunt mai deștepți decât mine.”¹⁶

Depinde de punctul nostru de vedere dacă numim „inteligente” mixomicetele, fungii și plantele. Definițiile științifice clasice ale inteligenței utilizează oamenii ca etalon pentru toate celelalte specii. Conform acestor definiții antropocentrice, oamenii sunt întotdeauna în fruntea clasificărilor privind inteligența, urmați de animalele care seamănă cu noi (cimpanzei, bonobo etc.), urmate la rândul lor de alte animale „superioare” și tot așa, descrescător, într-un clasament – un mare lanț al inteligenței, conceput de grecii antici, care persistă într-un fel sau altul până astăzi. Dat fiind că aceste organisme nu arată ca noi sau nu se comportă ca noi în exterior – sau nu au creier –, li s-a alocat în mod tradițional o poziție undeva către extremitatea inferioară a clasamentului. Mult prea des sunt considerate fundalul inert al regnului animal. Însă multe sunt capabile de comportamente sofisticate care

ne îndeamnă să ne gândim în moduri noi la ce înseamnă ca organismele să „rezolve probleme”, să „comunică”, să „ia decizii”, să „învețe” și să „rețină”. În timp ce facem asta, unele dintre ierarhiile îndelung discutate care marchează gândirea modernă încep să se clatine. Pe măsură ce se întâmplă acest lucru, atitudinile noastre dezastruoase față de lumea mai-mult-decât-umană ar putea începe să se schimbe.¹⁷

Cel de-al doilea domeniu de cercetare care m-a călăuzit în această investigație se referă la felul în care ne raportăm la organismele microscopice – sau la microbi –, care acoperă fiecare centimetru al planetei. În ultimele patru decenii, noile tehnologii ne-au conferit un acces fără precedent la viețile microbiene. Rezultatul? Pentru comunitatea ta de microbi – „microbiomul” tău –, corpul tău este o planetă. Unii preferă pădurea temperată a scalpului, unii, câmpiile aride ale ante-brățului, unii, pădurea tropicală din zona inghinală și axilară. Intestinele tale (care, desfășurate, ar ocupa o suprafață de 32 de metri pătrați), urechile, degetele de la picioare, gura, ochii, pielea și toate suprafețele, orificiile și cavitățile pe care le posezi abundă în bacterii și fungi. Porți în tine mai mulți microbi decât „propriile” celule. Există mai multe bacterii în vintre decât stele în galaxia noastră.¹⁸

În general, noi, oamenii, nu stăm să ne gândim unde înce-tează un individ și începe altul. De obicei, se înțelege de la sine – în societățile industriale moderne, cel puțin – că începem unde ne începe corpul și ne încheiem unde ni se termină corpul. Progresele medicinei moderne, precum transplantul de organe, pun la îndoială aceste distincții; progresele științelor microbiene le zguduie din temelii. Suntem ecosisteme, compuse dintr-o – și descompuse de o – ecologie de microbi, a căror semnificație iese abia acum la iveală. Cele în jur de 40 de