

FUNG-RONDAROJ; OBJEKTOJ OFTAJ MALOFTE TEMATAJ

far D-ro A. F. PARKER-RHODES

Ĉiu, kiu iom konas la kamparon, konas tiujn verdegajn rondojn, kiuj aperas ĉiusomere en malnovaj greskampoj kaj, laŭ ĉies scio, estas kaŭzataj far la subtera kreskado de funga micelio. Certe, ĝis antaŭ nelonge multaj fantaziaj ideoj estis kredataj pri la fenomeno, pri kiu oni plej miras pro ĝia ofteco en mezvarmaj klimatoj, kaj pro la ĉiufoja laŭronda aperado de fungokorpoj ĉe kelkaj tre oftaj specioj. Tamen, eĉ nun, la botanikistoj iom neglektas tiujn fungrondojn, kvankam tiuj enloĝas kaj foje difektas gravan produktilon de la homaro. Plue, ili estas objektoj tre interesaj pro siaj biologiaj proprecoj, kaj nepre indaj je studado far ekologoj, mikologoj, gressciencistoj, kaj similaj fakuloj.

Observado de fungrondoj estas grandparte tre simpla, sed tre malrapida. Se oni volas mezuri la kreskrapidon de rondo, necesas enkartigi la ĉirkaŭlinion jaron post jaro, ĝis kiam sufiĉe da tempo forpasis kaj oni kredas havi statistike fideblan serion da kreskjaroj. Eĉ rekoni iun rondon povas postuli multjaran observadon, ĉar multaj rondemaj specioj ne ŝanĝas videble la greson; kaj portas fungokorpojn ne ĉiujare, sed nur en favoraj sezonoj, ĉar pro sia ofte longega vivperiodo ili povas toleri longajn interfruktajn atendadojn. Estas pruvitaj kazoj ke fungoj fruktis nur du-tri fojojn dum jarcento. Do la fungronda ekologiisto nepre estu pacienca, se li volas mem ricevi kompletan informon pri iu elektita fungrondaro. Sed, kompreneble, multajn utilajn kaj interesajn observaĵojn, oni povas fari dum pli mallonga periodo. Ankaŭ oni povas multe plisimpligi la aferon per matematika analizo, laŭ metodo kiun mi sube priskribos.

Tio ĉi ebligas pro la kreskmaniero de la fungronda micelio, kiun mi do iom detale priskribos por tiuj, kiuj eble ne havas precizan scion pri la fungoj. Legantoj kiuj jam konas la aferon, pretersaltu la sekvantan alineon.

Dum ĝia kreskado ĉiu funga micelio eligas substancojn, la malutilajn finproduktojn de la metabolo, kiuj restas ĉi-poste en la apudo. Animaloj tiajn substancojn ekskrecias; plantoj ilin produkti evitas pro sia tute alispeca nutrado. Sed fungoj devas vivi en medio ĉiam pli riĉiĝanta je iliaj finproduktoj, kaj fine venenigita tiom, ke plua vivado en ĝi neblas. Tamen, dum tiu veneniĝado, la micelio povas preterkreski en freŝan grundon, kie la venenaj substancoj ankoraŭ mankas. Do dum la maljunaj partoj pereas pro sia propra eligaĵo, novkreskantaj partoj okupas novan teritorion. Kompreneble tia kreskado

nepre rezultos en formo de micelio kun formortinta interna parto, ĉirkaŭita de zono de ankoraŭ vivantaj hifoj. La afero tiel okazas ĉe tre multaj fungspecioj, ne nur ĉe tiuj kiuj kreskas en vastaj greskampoj, sed ankaŭ ĉe tre diversaj kreskaĵoj, ekzemple la ĉieaj ŝimoj, aŭ eĉ ĉe tiu, kiu kaŭzas la rondetojn de *timea* malsano. En aliaj ĉirkaŭaĵoj funga kreskado povas okazi aliel. Ekzemple, en arbaroj la ĉiujara falado de la foliaro aldonas al la grundo novan tavolon el organika materio, taŭga nutraĵo por multaj fungoj kaj ne venenigita pro ilia jama kreskado. Tiuj ĉi fungoj do povas kreskadi ne eksteren, sed supren, en novan mediotavolon. Tial ni trovas ke multaj el la arbara fungaro estas ne rondoformemaj. Sed en greskampoj la ĉiujara aldonaĵo de nutraĵo estas malmulta, kaj tre malmultaj fungoj kapablas utiligi ĝin por eviti la rondeman kreskmanieron.

Tiu ĉi kreskmaniero kompreneble donas al siaj posedantoj iom laŭregulan kreskadon, kaj plue, oni povas pritrakti ĝin iom simple per matematiko. Jen iu metodo. Unue, ni mezuras la tempofluon per la fungokreskado mem, tiel ke ni uzas tempunuojn laŭ kiuj nia fungo kreskas je konstanta rapido. Se ĉiu jaro estus egale favora al la fungokreskado, niaj tempunuoj ankaŭ estus egalaj laŭ la suna horloĝo, sed se unu jaro estas malfavora, ties longo laŭ la funga horloĝo estas pli malgranda ĝi enhavas malpli da niaj uzotaj tempunuoj ol favora jaro; kaj judese kaj male. Due, ni prezentas tiun ŝanĝitan tempuskalon kiel trian spacan dimension aldonitan al la du dimensioj de la fungoportanta kampo. Do, la fungrondo iĝas konuso, kies alteco signifas ĝian nunan aĝon, kaj kies bazradiuso estas ĝia nuna radiuso sur la kampo. Simile, fungrondaro (kiu estas la pli laŭnatura koncepto, ĉar ni malofte trovas solajn fungrondojn) iĝas konusaro, kies proprecoj enhavas en geometria modelo la proprecojn de la faktaj fungoj kreskantaj sur la greskampoj.

Unu punkto tamen menciendas: kio okazas, kiam du fungrondoj kuntrafas? Se la du trafantaj rondoj estas samspecaj, la okazaĵo estas antaŭvidebla: ĉar ĉiu veneniĝas pro la eligaĵo de la alia, ili ne povas penetri unu la alian, do la intertranĉintaj arkoj de la rondoj ambaŭ pereas. En la konusara modelo, tio montriĝas tiel ke ĝi restas sen internaj surfacoj, nur la eksteraj konusaj surfacoj daŭras. Se tamen du rondoj malsamspecaj kuntrafas, la rezulto estas unu el tri eblaĵoj: (a) kiel supre; (b) unu rondo daŭre kreskas dum la alia mortas; (c) ambaŭ daŭre kreskas, intertranĉante sen reciproka difekto. Fakte, la tria estas la plej ofta, sed kazoj de (b) jam koniĝas; ekzemple en Usono oni raportis ke *Calvatia cyathiformis* estas detruata kuntrafante kun *Agaricus campestris*. Ĉe la plej proksime parencaj specidoj oni kompreneble atendas reciprokan detruon, sed tio ankaŭ estas imagebla

ĉe aliaj kazoj, kvankam mi ne scias pri iu certa raportaĵo. Tiom multaj ankoraŭ restas eslorendaj.

En la unuspecia fungrondaro, kies matematika pritrakto estas relative simpla, la geometria reprezentaĵo estas figuro kunmetita el multaj kunfandiĝintaj konusoj, kies pintoj reprezentas la naskiĝojn de la apartenantaj rondoj. Sed tiuj ĉi ne estas ĉiuj rondoj de la rondaro. Iu rondo, naskiĝinte interne de alia kaj kreskante samrapide kiel tiu, neniam trafos tiun, aŭ rondon kiu troviĝas ekster la pli granda. Tial, ĉiuj rondoj povas esti klasifitaj en grupoj (laŭ la matematika senco), tiaj ke ano de unu grupo neniam povas trafi anon de alia. La figuro supre priskribita reprezentas nur unu el tiaj grupoj. La tuta geometria reprezentaĵo do konsistas el sinsekvo da tiaj konusaroj; ĉiu enhavas la sekvontan sed nenie tuŝas ĝin. Super la tuta okupita spaco la denseco de konuspintoj reprezentas la oftecon de rondonaskiĝoj sur areunujo, kaj la kreskrapidon indikas la duonpinta angulo de la konusoj.

Surbaze de tiu ĉi geometria modelo oni povas kalkuli la kvantajn proprecojn de la sistemo kiel funkciojn de la naskiĝofito, kreskrapido, kaj area denseco de la fungrondoj. La kalkuleblaj proprecoj inkluzivas la efikon de la proksimeco de nelogebla tereno kaj de la limhava areo de la kampo, la mezvaloran aĝon atingotan de unu fungrondo (kies diversaj partoj je diversaj momentoj mortas pro kontrafo), la ekvilibriĝintan proporcion de grundo okupata far la funga micelio, ktp. Multaj el tiuj proprecoj estas facile observeblaj, kaj oni povas tiel ĉi ricevi laŭkvantan takson de la teorio. Trovite, ĝi klarigas multajn aspektojn de la fartado de fungrondaroj. Sed kompreneble la modelo estas iom tro kruda por liveri pli ol ĉirkaŭlinian priskribon de la fenomeno, kaj restas kaj restos multaj komplikaj ellaborindaj.

Unu interesa rezultaĵo de la teorio estas ke la mezvalora terokupa proporcio malpliigas ju malpli granda estas la kampo; laŭ la plej ordinare observata parametraro, tiu malpliigo iĝas rapidega kiam la kampareo ampleksas malpli ol kvar hektarojn. Konsekvence kampoj malpli vastaj ol tiu ĉi (ne precize difinita) limo ne povas havi fungrondaron. Sola rondo eblas, sed tuta sistemo da rondoj ne, krom ke, kompreneble, oni povas pro malofta hazardo iufoje trovi sur tiom ĉi malgranda gresareo du samspecajn rondojn. Biologie evidentas el tio ke la rondemaj fungoj estas adaptitaj al vivo en vastaj gresejoj, kaj ne povas sukcesi se ili estas limigitaj al malgrandaj spacoj. Fakte oni trovas ke la fungaj specioj kiuj kreskas en interrokaj gresejoj kaj aliaj multe distranĉitaj herboterenoj estas plej ofte malsamaj ol tiuj de la vasta kamparo.

Dua rezultaĵo estas ke la terokupa proporcio pliiĝas (a) ju pli mal-

rapida estas la kreskado de la rondoj, kaj (b) ju pli rapida estas la reproduktado. Ĉar la rondema sinteno mem estas rezulto de la kondiĉoj de kreskado en greskampo, ekzistos videble malsupra limo de la ebla kreskrapido; kaj estas universala principo ke la reproduktado de ĉiu organismo estas tiom rapida, kiom ebligas ĝia vivmaniero. Do ni atendas ke ekzistas optimuma parametraro ĉe kiu la plimulto el la fungrondaj specioj amasiĝas, kaj kiu rezultigas antaŭdireblan mezvaloran terokupan proporcion por la plej oftaj el tiaj fungoj. Fakte, oni kalkulis ke tiu proporcio estas ĉirkaŭ 5%. (Tio ĉi bezonas supozojn pri la vasteco de la laŭdifine okupita zono de la rondo; en mia laboro mi prenis ĝin du metrojn). Laŭ la ankoraŭ ne multaj observaĵoj, tiu ĉi cifero estas aprobinde proksima.

Sed tiom maldensa terokupado estas biologie malordinara. Agnosku ke ĝi ne rezultas el eluzo de la grundo, ĉar je la kalkulita ekvilibro stato, pli ol naŭ dekonoj el tiu restas ne nur neokupita, sed ankaŭ ne plu venenigita, do plene okupebla far la micelio. Tiu surprize maldensa kovrado rezultas nur el la kinetiko de la rondema kreskmaniero, kaj nur pro tio ĝi tiom malŝparas la haveblan tertrezoron de la specio. Sed, kiel ĉiam, malŝparo far unu estas oportuno por aliaj. Ĉar neniu el la fungrondaj specioj kapablas, pro sia vivmaniero mem, utiligi la donitan vivspacon, la fungoj evoluigis aron da malsamaj specioj, kiuj kune povas pli efike ekspluati ĝin. Tiuj specioj malsamas pri la kutimaj taksonomiaj trajtoj, por sufiĉe eviti la interreagon de reciproka detruo ĉe kontrafo; tiel ili povas starigi sendependajn rondarojn. Sed ili ne nepre malsamas pri ekologiaj postuloj. Jen do escepto al la ĝenerala leĝo, ke iu duo el daŭre samlokaj specioj devas malegali pri ekologiaj faktoroj. Fakte, la nombro de greskampaj fungoj estas multe pli granda ol oni atendus, se oni nur pripensus la unuformecon kaj ekologian simplecon de tia plantasocio. En okcidenta Eŭropo la nombro de fungaj specioj en greskampo estas plej ofte pli granda ol tiu de angiospermaj specioj, kaj la *Agaricales*, al kiu ordino¹⁾ apartenas la plimulto el la rondemaj basidiomicetoj (kaj greskampaj kaj arbaraj) enhavas multe pli da specioj ol la aliaj ordinoj, kiuj ne tiom vigle aliĝis al tiu ĉi vivmaniero.

Ankoraŭ estas plua punkto pri tio. Duobligo de l' naskiĝofito de iu rondema specio tuj forte pliiĝas la terokupadon, kaj donas al la sukcesinta specio avantaĝon elstaran super ĝiaj konkurantoj. Ekzistas tamen unu speciala metodo per kiu celo estas nepre atingebla.

¹⁾ La aŭtoro preferas *ordino* anstataŭ la pli kutima *ordo* en la senco de taksonomia entiero, ĉar laŭ lia letera informo „*ordo* ne ĉiam priskribas la aranĝojn de la taksonomiisto”. Eble li pravus en sia prefero, ĉar *ordino* havas nur unu alian signifon (eklezian), sed *ordo* pluraĵajn signifojn (Red.).

De iu specio kiu sekse reproduktiĝas — tio signifas ke du *haploidaj* ²⁾ sporoj necesas por starigi novan fungrondon (kiu estas, almenaŭ ĉe la plimulto el la specioj *dikariota* ³⁾ do efektive *diploida* ⁴⁾ — la naskiĝof-to multe pliigus se iu raso povus eviti tiun metodon, kaj fariĝi *homotala* (t.e. kapabla dikariotigi sin sen aliseksa kunulo). Do, ni atendus, ke ĉiu rondema specio estas homotala; la fakto tamen estas tute alia. La kaŭzo de tiu ĉi paradokso estas facile klarigebla. La pliigo de la gen-ara variemo, kiun, kiel konate, ebligas diploideco, tre akcelas la evoluadon de iu raso; tial, ia emo al homotaleco, kiu nepre perdigas tian variemon, serioze malhelpus rason vivantan en konkuro kun aliaj pli ŝanĝiĝivaj rasoj en variema ĉirkaŭaĵo. Kaj ĉirkaŭaĵo difinita far ekologiaj faktoroj estas tre variema, multe pli ol ĉirkaŭaĵo difinita far klimataj faktoroj. Komprenoble estus tre favora al rondemaj specioj ia mekanismo kontraŭstaranta homotaliĝon. Kiel ĉiam, *apomikso* ⁵⁾ estas dum mallonga periodo avantaĝa, sed en pli longa perspektivo ĝi fuŝas la evoluadon de siaj uzantoj.

Verŝajne tamen tiaj ĉi fungoj ne kontentiĝas per nur-du-spora nasko. Kiam oni kalkulas el la kvantaj observaĵoj ĝis nun haveblaj la rapidecon de reproduktado de fungrondoj, evidentiĝas ke la naskiĝo de rondo estas tre malofta okazaĵo. Ordinara naskiĝoftoj en 1 hektaro estas 1 en 10 ĝis 100 jaroj. Tio sugestas ke ĉiu rondonaskiĝo bezonas kuran ĝermadon de kelkaj malsamseksaj sporoj. Ĉe la bazidiomicetoj tiu aranĝo povus havi plian avantaĝon kompare al nur-du-spora nasko, pro tio ke iliaj diploidaj ĉeloj enhavas la du haploidajn genarojn ne kunfandiĝintajn en unu nuklea ujo, sed kiel du apartajn nukleojn, kiuj parope sin dividas je ĉiu ĉeldividiĝo kaj tial aparte funkcias ĝis sia fina kunfandiĝo tuj antaŭ la *mejoza* ⁶⁾ sporproduktado ĉe la bazidiodio ⁷⁾. Pro tio, ili havas la eblon aliparigi siajn nukleojn inter jam dikariotaj micelioj, tiel ke la transiro de haploido al diploido ne fiksas neŝanĝeble la genaranĝon kiel ĉe ĉiuj aliaj diploidaj organismoj. Do, la kuna ĝermado de multaj sporoj, diru $2n$, ebligas starigi ne nur n diploidajn genarojn, sed entute $\frac{1}{2} n^2$, tiel vaste pliigante la variivon de la specio.

²⁾ haploida = la ĉeloj aŭ nukleoj posedas la bazan nombron da ĥromosomoj (n); n -ĥromosoma.

³⁾ dikariota = la ĉeloj enhavas du apartajn nukleojn; dunuklea.

⁴⁾ diploida = la ĉeloj entenas dufoje la bazan nombron da ĥromosomoj ($2n$); $2n$ -ĥromosoma.

⁵⁾ apomikso = reprodukta maniero ĉe kiu ne okazas kunfandiĝo de nukleoj (escepte de tre parencaj).

⁶⁾ mejozo = nuklea dividiĝo ĉe kiu la nombro de la ĥromosomoj duoniĝas.

⁷⁾ bazidiodio = organo ĉe la bazidiomicetoj portanta eksterajn sporojn, mejoze produktitajn.

Tial ĉi, kiel mi supre diris, la plimultaj rondemaj specioj ĉirkaŭamasigigas je iu parametraro de kresko, optima (supozende) laŭ ĉiuj ĉi faktoroj, kaj tial ricevas proksimume similajn terokupajn proporciojn, kutime inter 3 ĝis 10 %. Kune, tamen, rondema speciaro povas atingi multe pli grandan terokupon. Laŭ miaj propraj observaĵoj, faritaj dum sep jaroj en la insulo Skokholm en Kimrujo, tia speciaro povas en favoraj regionoj okupi pli ol 100 % de la areo; la diversaj micelioj, kreskante en diversaj grundotavoloj, povas ialoke kuŝi unu super la alia; sed grandparte la fungasocio restas maldensa, kaj la mezvalora terokupo super la tuta areo estas ĉirkaŭ unu triono. Estas en la tiea speciaro ĉirkaŭ dudek karakterizaj gresloĝantaj specioj, kies kunigitaj klopodoj eĉ ne sufiĉas utiligi pli ol duonon el la tero.

Jen biologia kuriozaĵo; la studo pri fungrondaroj jam havas multajn tiajn ⁸⁾. La observado postulas multajn jarojn, sed malmultajn horojn; ĝi do tre taŭgas por libertempa kromstudo far iu scienculo kiu interesiĝas pri fungoj kaj loĝas proksime de konvena tereno. Se miaj ĉi rimarkoj, eble maltro ordaj, iam instigus leganton al tia studado, mi hazarde antaŭenigis la aferon eble pli per la skribado ol per la observado; tio kontentigus min.

I.S.A.E.-INFORMOJ

061.22 I.S.A.E.

Estraro de ISAE 1956

La Komitato de ISAE elektis estraron kaj revizorojn de ISAE por 1956.

La rezulto estas:

Prezidanto: Prof. S. Nishi, Gunma Universitato, Maebasi, Japanujo.

Vicprezidantoj: S-ro C. Støp-Bowitz, Stensgate 22b, Oslo 34, Norvegujo, kaj d-ro K. Dellian, Liederbacherstrasse 16, (16) Frankfurt (M)-Höchst, Germanujo.

Ĝenerala sekretario: Prof. B. Popović, Zagrebačka 18, Sarajevo, Jugoslavio.

Sekretario-kasisto: D-ro Brkić, Vojvode Pretnika 118/V, Sarajevo, Jugoslavio.

Anstataŭantoj: Prof. H. Sirk, Baumgasse 26, Wien III, Aŭstrujo, kaj inĝ. R. Haferkorn, Königsseer Strasse 50, (13) Berchtesgaden, Germanujo.

Revizoroj: D-ro U. Pesonen, Tunturikatu 13 A 14, Helsinki, Finnlando, kaj s-ro A. A. M. Whitehead, 13 Bassetts Way, Farnborough, Kent, Anglujo.

Adresoj por korespondado

La ĝenerala sekretario pri ĝeneralaj aferoj.

La sekretario-kasisto pri membreco, adresoj, kotizoj.

⁸⁾ Vidu de la aŭtoro: *The Basidiomycetes of Skokholm Island X: Population Densities*, New Phytol. **52** (1953): 273 kaj *Fairy Ring Kinetics*, Trans. Brit. Myc. Soc. **38** (1955) (presata).