

Koralljuur ja pesajuur

Ain Raitviir

Soistesse metsadesse ilmub mai lõpul ja juuni esimesel poolel väike, kümne kuni viieteistkümne sentimeetri kõrgune, kahvatu kollakasroheline varre, ent ilma lehtedeta ja väikeste kollakasvalgete õitega käpeline. See silmapaistmatu taim on **kõdu-koralljuur** (*Corallorhiza trifida*). Ta pole meil haruldane, kuid jääb enamikule metsas käijaile märkamatuks. Taime nii eesti-keelne kui ka ladinakeelne nimetus viitavad tema juure, tegelikult risoomi omapärasele kujule. Kui koralljuure ettevaatlikult maast üles võtame, siis näemegi, et õisikut kandev vars saab alguse valgest korallitaolisest hargnenud moodustisest, mida peetakse juurepõimikuks, kuid mis on siiski taime maa-alune vars ehk risoom.

Nagu juba esimesel pilgul silma torkab, puuduvad koralljuurel normaalselt väljaarenenud lehed, vart ümbritsevad vaid ilma labata lehetuped. Ka viitab taime kahkjäs värvus klorofüllil vähesusele ning see kõik näitab, et fotosüntees etendab tema elus väga väikest, vahest isegi nullile lähenevat osa. Ka on raske uskuda, et ta oma siledapinnalise risoomiga, millel puuduvad juured, saaks mullast kätte toitaineid. Kuidas siis see varjulise metsaaluse väike asukas elab ja toitub?

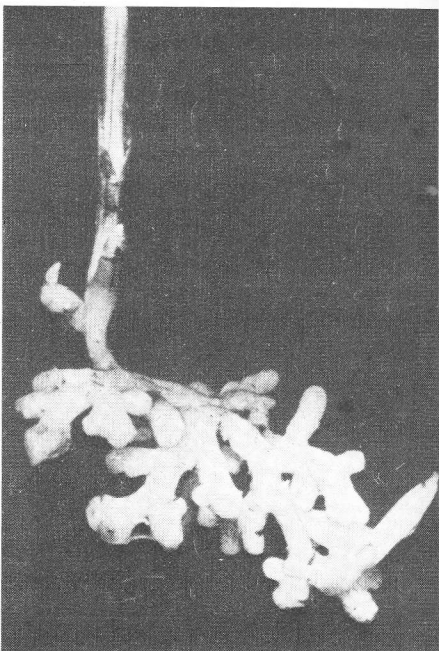
Koralljuur on üks meie kolmest saprofüttest ehk ködutoidulisest käpalisest, mis toitub valmis orgaanilisest aineist, kusjuures ta ei ole mitte parasitist teistel elavatel taimedel nagu meile juba tuttav varakevadell õitsev käopäkk. Koralljuurt varustab tema eluks vajalike ainetega, sealhulgas ka veega, seen, millega taim elab väga tihedas sümbioosis. Obligatoorses sümbioosis seentega elavad kõik käpalised, nii tagasihoidlikuma välimusega põhjamaised liigid kui ka uhked troopilised orhideed, mille seemned idanevad ja hakkavad kasvama ainult taime seenpartneri osavõtul. Edaspidi aga arenevad suuremal osal käpalistel välja rohelist lehed ja nad alustavad aktiivset fotosünteesi, kuigi seen aitab varus-

tada taime vee ja mineraalainetega, kompenseerides nõrka juurestikku. Koralljuur aga sõltub seenest palju tugevamini.

Kui koralljuure seeme idaneb, siis areneb temast algul väike maa-alune risoom, mida nimetatakse sageli ka mükorisoomiks, sest õige pea tungivad temasse seeneniidid, mis hangivad taimele toitaineid. Seeneniidid paiknevad eranditult risoomi kooses ega tungi sügavamale. Neljandas kuni seitsmendas koorerakkude kihis on rakud täidetud suurte tihedalt kokkukeerdunud hüüfipundardega. Seal toimubki taime ja seene vaheline ainevahetus. Niimoodi, ainult maa all elades kasvab koralljuure risoom aasta-aastalt suuremaks, haruneb ja muutub korallikujuliseks. Alles seitsmendal kuni üheksandal aastal annab taim maapealse võsu, mille tipus on paari sentimeetri pikkuses hõredas õisikus neli kuni üheksa väikest õit.

Esimesel õitsemisaastal annab risoom ainult ühe maapealse võsu. Ent edaspidi, kui ta kasvab suuremaks ja saab vanemaks, tekib maapealseid võsusi rohkem. On leitud tugev hästi arenenud risoom tervelt seitsme õitseva maapealse võsuga.

Kui vaadata koralljuure õit, võiks seda taime pidada tüüpiliseks hästikohastunud putuktolmlejaks. Õite nõr-



Koralljuur on oma nime saanud omapärase kujuga risoomilt.

gast muskuselõhnast juurdemeelitatud väikesed putukad külastavadki neid sageli. Tolmukapeade kaupa kokku- kleepunud tolmuterade kogumikke — polliinume — aga ei õnnestu neil ühelt õielt teise õie emakale üle kanda, seda takistab kõverdunud sammast (emaka- suudme ja tolmukapeade ühine kandja kápaliste õies). Seepärast on koralljuur hoopiski üle läinud isetolmlemisele, mis tagab tema õite viljastamise kuni 85% ulatuses.

Mai lõpul ja juunis õitseb veel teinegi roheliste lehtedeta kápaline. See on pesajuur, täieliku eestikeelse nimetu- sega **pruunikas pesajuur**. Erinevalt koralljuurest, mis eelistab rabastavat pinnast, kasvab pesajuur sarapikes ja varjukates salulehtmetsades. Taim on tavaliselt kakskümmend kuni kolm- kümmend sentimeetri kõrge, üleni kollakaspruun. Ühte ja sama värvi on nii õied, vars kui ka vart ümbritsevad labata lehetuped. Niisugune kõigi maa- pealsete osade ühesugune värvus ise- loomustab lõplikult heterotroofsele toitumisele kohastunud taimi: selline oli ka käopäkk, sama märkame korall- juure, seenlille ja soomukate puhul.

Pesajuure õied on koondunud kau- nis tihedasse pikka õisikusse. Õie sü- gavalt lõhestunud huule külgmised hõlmad hoiduvad laiali. Tugev meelõhn meelitat putukaid värvuselt silmapaist- matutele õitele. Kui aga pesajuure maast üles kaevame, siis saame teada, miks taimele selline nimi on antud: lihakas mükorisoom oma rohkete läbi- põimunud lisajuurtega meenutab töö- pooldest punutud linnupesa. Taime ladinakeelse nime — *Neottia nidus-avis* — teine osa tähendabki otseses tõlkes linnupesa; see nimi on levinud ka teis- tesse keeltesse, näiteks saksa *Vogel- nestwurtz* või vene гнездовка.

Pesajuure mükorisoom on kápaliste endotroofse mükoriisa klassikaline näide, mis juba üsna kaua on olnud huvi- ja uurimisobjektiks paljudele teadlastele. Seetõttu saamegi pesajuure näitel lähemalt selgitada heterotroofse kápalise ja seene vastastikuseid suhteid.

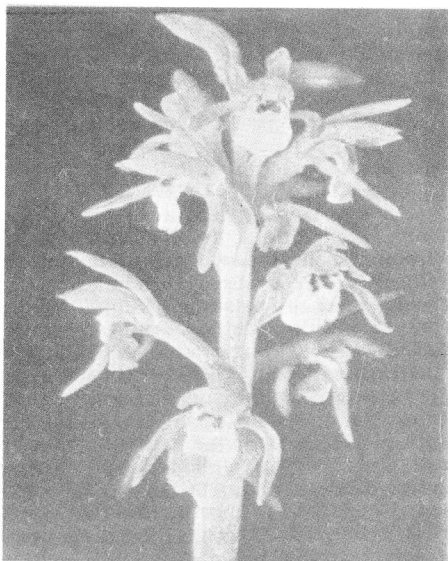
Niiditaolisi moodustisi, mis tungivad mullast pesajuure juurtesse, kirjeldati esmakordselt juba 1842. aastal. Kulus aga veel viis aastat, enne kui S. Reiske tõestas, et nii pesajuure kui ka paljude teiste kápaliste risoomides on tööpooldest seeneniidid. Millegipärast avaldas ta aga kummalist arvamust, nagu tekiksid need risoomi koorerakkudes olevatest tärgliseteradest. Alles 1856. aastal selgitas E. Prillieux, et seeneniidid hoopis lahustavad tärgklisi risoomi koorerak- kudes. Ka kirjeldas ta esimesena, kui- das taim tarvitab seene poolt moodus-

tatud aineid: see toimub fagotsütoosi kaudu risoomi koorerakkudes. Pril- lieux' töö jäi aga paljudeks aastateks unustusse. Sajandivahetusel uurisid pesajuure suhteid seenega põhjalikult P. W. Magnus ja N. Bernard. Uuemad uurimused selles valdkonnas pärinevad käesoleva sajandi esimesest poolest H. Burgeffilt.

Praegu võime pesajuure ja tema seni veel kindla teadusliku nimeta sümbiontseene kooselu kujutada umbes selliselt. Pesajuure mahalangenud seeme hakkab paisuma, kuid idaneda saab ta ainult koostöös seenega. Seeme paisub kindla piirini ning steriilsetes tingimustes võib jääda niisugusesse olekusse ilma mingisuguste muutusteta enam kui neljaks ööpäevaks. Kui seen appi ei tule, siis seeme hukkab, ent nii- pea, kui seemnesse tungib sümbiont- seene hüüf, hakkab ta kohe idanema: osas rakkudes muutuvad rasvained tärgkliseks, viimase aga muudab seen glükooksiks, mis tõstab osmootset rõhku rakkudes ning kiirendab tunduvalt idu kasvu. Ka varustab seeme idanevat see- met kasvustimulaatoritega. Hiljem aga seedib taim seeneniidid erilise ensüümi abil. Nii tekibki pesajuure seemne ida- nemise kõige varasematest faasidest peale juba sümbiontne organism. Ja nagu koralljuuregi puhul, areneb see esialgu mitu head aastat maa all, enne kui kasvab nii suureks ja tugevaks, et sirutab valguse kätte õisikut kandva varre. Vahemärkusena võib lisada, et pesajuurel on küll säilinud ka kloro- fülli moodustamise võime, kuid veel vähemal määral kui koralljuurel. Pesaj- uure maapealsetel osadel pole märgata rohelise värvuse varjunditki: klorofül- li ei ole tema elus mingit tähtsust.

Kui teha pesajuure mükorisoomist ristlõik ja uurida seda mikroskoobis, siis võib näha, et seeneniite leidub sel- les väga kindlalt ja kitsalt piiritletud alas: ainult kooses, veelgi täpsemalt — epidermisele järgnevas kolmes kuni neljas, maksimaalselt kuni kuues pind- mises rakukihis. Mükorisoomi sees ela- vat seeneniidistikku ühendavad hüüse, mullas elava mütseeliga peened hüüfid, mis täidavad juhteteede osa, kandes taimetele vett (nii asendavad nad ka juurekarvu) ning mõlemas suunas mitmesuguseid orgaanilisi aineid. Pesaj- uur saab seenelt rasvu, glükogeeni, valke, vett ja mineraalsooli, ise aga varustab seent tärgklise ja glükooksiga.

Tähelepanelikult vaatlemisel mikro- skoobis selgub, et need mükorisoomi koore rakud, millesse on tunginud seeneniidid, jagunevad kahte tüüpi: peremeesrakkudeks ehk trofotsüütideks ja seederakkudeks ehk fagotsüütideks. Peremeesrakkudes näeme alati rön-



Koralljuur.

gasse keerdunud paksuseinalist hüüfi, millest hargnevad välja peened haustorid. Niisugustes rakkudes elab seen väga kaua ja temaga ei toimu mingisuguseid muutusi. Seederakkudes seevastu keerduvad õhukeseseinalised protoplasmarikkad hüüfid kokku tihedateks pundardeks ning hukuvad peagi, nende sisaldise omastab rakk. Sel ajal, kui pesajuure koorerakk seedib enda sees olevat seent, toimuvad temaga mitmesugused muutused: raku ilmuvad vakuoolid, suureneb tugevasti rakutuum, mille küljes võib näha ka kahte tuumakest. Pärast fagotsütoosi lõppu saab tuum jälle oma tavalise suuruse ja kuju.

Peremeesrakud paiknevad seenest asustatud rakkudekihi keskel, seederakud asuvad aga nendest nii sees- kui ka väljaspool.

Arvatakse, et pesajuure ja seene kooselu on alguse saanud seene parasiteerimisest taimel, kuid aegade jooksul on taimel õnnestunud seen oma kontrolli alla suruda. Praegusel ajal igatahes asustab seen ainult neid rakukihte pesajuure mükorisoomis, mis on taime poolt temale ette nähtud, ega suuda tungida sügavamale. Pesajuure ja seene suhete füsioloogilist külge vaagides aga ilmneb, et bilanss on ebavõrdne taime kasuks. Seepärast leiavad nii mõnedki teadlased, nende hulgas tuntud nõukogude mükoloog K. I. Kursanov juba sajandi algul ja hiljuti ilmunud taimefüsioloogia õpiku autor H. Libbert, et pesajuur ja teised klorofüllita käpalised esindavad mitte enam sümbioosi, vaid pigem juba taime parasiteerimist seenel. Paradoksaalne, ent nagu näeme edaspidi, on ka seni kõdutoiduliseks peetud seenlill juba parasiidiks tunnistanud.

KIRJANDUS: Bernard, N., 1899. Sur la germination du *Neottia nidus avis*. Comp. Rend. Acad. Sci. Paris, 128. — Magnus, W., 1900. Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia nidus avis* L. Jahrb. wiss. Bot., 3. — Prillieux, E., 1856. De la structure anatomique et du mode de végétation de *Neottia nidus avis*. Ann. Sci. Nat. Bot., IV, 5. — Reissek, S., 1847. Ueber Endophyten der Pflanzenzelle. Naturw. Abhandl. Haidinger, 1. — Ли б б е р т Э. 1976. Физиология растений. М. — Келли А. 1952. Микотрофия у растений. М.

