

AE-13531
Äratrükk IX Eesti Metsanduse Aastaraamatus

Mõnda okaspuude punamädast

Über die Rotfäule der Nadelhölzer

A. KARU

AKADEEMILISE METSASELTSI VÄLJAANNE
TARTU 1939



A-13531

10633

Mõnda okaspuude punamädast.

Aug. Karu.

Punamädana laiemas mõistes tuntakse igasugust puidulaostumist, millega käib kaasas puiduvärvuse muutus punakas-pruuniks. Tavaliselt on punakas-pruun värvus alguses omane peaaegu kõigile kasvavate puude laostajaile; kuid lehtpuudel tüüpilisemalt esineva n. n. „valgemäda“ juures, mida tekitavad taelad, torikud j. t. (*Fomes* sp., *Polyporus* sp.) asendub see hiljem valkjase-kollase värvusega. Tüüpilise punamäda juures okaspuudel, mida tekitavad mitmed seened, nagu pehikud (*Lenzites sepiaria* ja *L. abietinum*), majanääts j. t. tarbepuudel ja pessud (*Trametes radiciperda* ja *T. pini*) kasvavatel puudel, on punakas-pruun värvus omane kuni puidulaostumise lõpuni. Kitsamas mõistes tuntakse punamäda all ainult kahe seene: juurepessu (*Trametes radiciperda*) ja männipessu (*Trametes pini*) poolt tekitatud puidulaostumist okaspuudel, millega piiratakse ka käesolevas punamäda käsitelus. Võõrkirjanduses on punamäda mõiste vahel veel kitsamalt piiritletud: N e g e r, W a g n e r j. t. mõistavad punamäda (Rotfäule) all ainult juurepessu kahjustust.

Need kaks tähtsat kasvavate okaspuude punamäda tekitajat: juurepess ja männipess on meil igalpool levinud ning metsameestele üldiselt tuntud, kuid nende esinemisnähted näitavad väga suurt muutlikkust eripuistuis, mille põhjuste mõistmisega on sageli raskusi. Käesoleva ettekandega loodetakse vähemalt osaltki selgitada neid asjaolusid, mispärast kannatavad ühed puistud väga raskelt punamäda kahjustuse all, kuna teised peaaegu või isegi täiesti tervena jõuavad raieikka.

Juure- ja männipessu kahjustuse iseloom.

Juurepessu kahjustus algab puujuurte kaudu ja võib kuusetüves tõusta kuni 10 m või veelgi kõrgemale, olles seega kuuse juures suure tähtsusega tehniline kahjustaja; männi suhtes aga puht füσιο-

loogiline kahjustaja, sest piirdub vaid juurte hävitamisega puu surmamisel, või kui kahjustab ka tüveosa, siis kõige rohkem 1 m kõrguseni.

Pääle kuuse ja männi kahjustab juurepess veel nulgu (*Abies*), duglaasiat (*Pseudotsuga*), elupuud (*Thuja*), Veimuti mändi (*Pinus Strobus*), kadakat (*Juniperus*) ja Negeri järgi ka kanaribikku



Foto A. Karu.

Pilt 1. Juurepessu viljakehad tuule poolt heidetud kuusejuurteil. T. Ü. õppe- ja katsemetskond, kv. 70.

(*Calluna*). Viljakehad (pilt 1 ja 2) moodustatakse reeglipäraselt juurte alumisel küljel, kuid selle eelduseks peab olema teatud õhuline ruum, mis tavaliselt asub puutelje all, kust ka viljakehade leidmine on kõige kergem. On puujuured allunud tuule kõigutamisele ja selle järeldusel tekkinud nende alla õhuruume, siis võib ka küljjuurteilt üsna rikkalikult leida viljakehasid. Männil ilmuvad viljakehad alles pääle puu surmamist, kuid kuuse juures üsna tavalise nähtena kasvaval puul tugevama haigestumise korral. Viljakehad on üldiselt lamedad ja lapergused, väga vahelduvas suuruses, kuusejuurte külgedel võib ka kabjakujulisi leida. Ülemine külg on viljakehal kollakas-pruun, kuna alumine — pooride kiht — on valge või kollakas, ka sisemus on valge. Iga aasta viljakeha kasvatab uue pooridekihi, mis nahataoliselt katab eelmise. Pääle tavaliste viljakehade võib juurepess veel koniide moodustada, kuid seda päämiselt kunstliku kultuuri juures väga mitmesugustel substraatidel ja välisingimustel. Väga hõlpsasti võib saada koniide sel teel, et pannakse värske juurepessuhaige puutükk niiskesse ruumi, siis 8—10 päeva

jooksul kattub see koniidide-kandjate muruga. Kuna männipess ei moodusta koniide, siis on ka sel teel võimalik kindlaks teha, kas laostumise on põhjustanud juure- või männipess.

Juurepessu levimise ja nakkuse kohta pole veel täit selgust. *Bodeni* järgi esineb juurepess vahelduva vormina mädapuidus, huumuses, maapinnas, eriti aga lubjamaadel mütseelniitidena ja -pesadena — hallitusetaluste kasvumoodustistena. *Wagner* (1930) kinnitab sääraсте moodustuste arvurikast esinemist juurepessu poolt nakatatud kuusepuistus. *Rohmederi* (1937) järgi juurepess võib ka saprofüütselt elutseda roiskivas puidus ja risukattes ning ta arvab, et pinnases saprofüütselt elutsev seen võib nakatada puid, mille juured on vigastatud, haigestunud või surnud. Tavalisem nakkustee käib aga naaberpuude haigete juurte kaudu. Esimese võimaluse järgi peaks toimuma vähemalt üksikpuude nakkus (üksikud kuused lehtmetsas või ka lagedal).

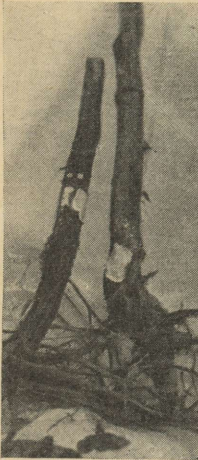


Foto E. Kohh.
Pilt 2. Juurepessu viljakehad kadakal (vasakul) ja ca 10 aastasel männil (paremal) Võrumetsakonnas. Viljakehadega tüve osad on olnud sammalkatte piirides.

Falk (1930) annab tüve mehaanilistele vigastustele (punapõder, vaigutamise, tuuleheide, langedus j. t. vigastused) küllalt suure tähtsuse juurepessu nakkuse juures, olenemata juurtest; ta peab väga tähtsaks kaaspõhjustajaks külmaseent. Need väited tunduvad nõrgalt põhjendatutena ega võiks neid kuidagi üldistada, nagu pärastpoole kuuleme.

Kahjustatava puidu värvus muutub vastavalt laostumisastmele: alguses hall kuni violet, siis punakas-pruun violeti piirjoonega, mis tumeneb ja sellesse tekivad mustad kriipsud (võivad vahel ka puududa), mis omakorda ümbritsetud valgega. See aste on kõige iseloomustavam. Lõpuks laguneb puit pruuniks pudedaks massiks — pulbriks, mida peetakse juba bakterite tegevuse tulemuseks, sest arvatakse, et seen ei veeteeri enam selles astmes.

Männipessu nakkus toimub männi ja lehise juures ainult oksakohtade kaudu; kuusel ja nulul võivad eosed ka koorest läbi tungida. Seega kujuneb kahjustuse kolle tüveosas mitmesugusel kõrgusel. Viljakehad on kõvad, puitunud, koonusekujulised; nad ilmuvad tavaliselt oksa kohtadel, kuid kuusel võib vahel olla kogu tüvi kaetud viljakehadega (pilt 3). Kahjustab männil ainult lüliosa, mis

eraldatakse vaiguse joonega; kuusel ja nulul kahjustab ka välisosa kuni kooreni. Kahjustatav puit teeb läbi peaaegu samad astmed, mis kirjeldatud juurepessu juures; ainult kaugemas laostumisastmes moodustunud valgetesse laigukestesse ei teki musti kriipse, mis olid iseloomustavad juurepessu kahjustusele.



Foto A. Karu.

Pilt. 3. Kuusetüvi männipessu viljakhadega. Loodi metskond, Lõhmuse vahtkond, kv. 2.

Meil väga laialt levinud ja suuremaks kuuse- kui ka männipuistute kahjustajaks on juurepess, mille juures ka pikemalt peatun. Männipess on kirjanduse andmeil eriti kahjustanud männi-põllukultuure Saksamaal ja mitte väike ei ole ta kahjustus ka kuusepuistuis (Mölleri andmeil). Meil esineb ta rohkem üksiknähetena loomulikult tekkinud puistuis; männi-põllukultuuride tervisliku seisundi jälgimiseks on mul vähe võimalusi olnud, seepärast piirdun ka männipessu ja üldse männipuistute tervisliku seisundi käsitlemisega sedavõrd, kui see on osutunud vajalikuks seoses juurepessuga.

Märkmeid juurepessu kahjustuse ulatusest
kuusepuistuis.

Tähelepanekuid juurepessu esinemise kohta meie kuusepuistuis oli mul võimalik teha Põhja Paberi ja Puupapi Vabrikute A/Ü praaker-praktikandina 1934. a. Kärevere, Puurmanni, Põltsamaa, Veri-

ora, Räpina metsekondades ja mitmes talundimetsas Tartu-Võrumaal; ja hindamissalga vanemana Kõnnu ning Taali metsekondades Pärnumaal (1933. ja 1934. a.). Kõikjal olid loomulikult tekkinud kuusepuistud, milles enamikult esines vahelduval määral teisi puuliike. Neis puistuis tehtud vaatlused andsid teatud pildi sellest, miliseis tingimuis n. ö. loomupäraselt kahjustab juurepess meie

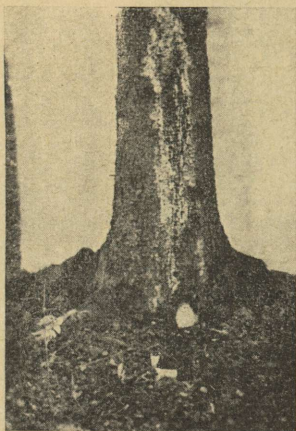


Foto E. Kohh.

Pilt 4. Tugev vaigujooks juurepessu poolt haigestatud 50 a. kuusel. Huuksi metsekond, Kolga vahtkond, kv. 30.



Foto E. Kohh.

Pilt 5. Sama puu, mis pilt 4, kuid puult on kõrvaldatud koor. Tugev vaigujooks on olnud laostamisprotsessi ülemisel piiril.

kuusepuistuid; ka võis nende vaatluste põhjal ligikaudselt järeleda: missuguste pinnaseolude tõttu ei ole teatud kasvukoht kuusele sobiv seepärast, et ta haigestub, kuigi muide hästi kasvab ning palju massi produtseerib.

1934. a. määrati mulle Akadeemilise Metsaseltsi suvistipendium kultuuride uurimiseks Viljandimaal. Siis võtsin juurepessu kahjustuse suhtes erilisele vaatlusele Loodi metsekonnas olevad kultuurkuusepuistud ja püüdsin selgitada päälle pinnase ka puistus peituvaid juurepessu kahjustust soodustavaid tegureid.

Nende tähelepanekute ja paljude metsaametnikkude teadete järgi on juurepessu kahjustus meil väga laialdane ja tema poolt nakatatud puude protsent tõuseb kohati isegi 70—80 (Kärevere). Kahjustus piirdub tavaliselt tüve alumise osaga. Kuigi raieküpselt

kuusepuistust, milles on juurepessu poolt seest mädatast 75% tüvesid, saadakse mädapuitu ainult 5—15% kogu ülestöötatud massist, mis erandjuhtumel, kus seene kahjustus on epideemilise ilmega, võib tõusta kuni 20% või ka üle selle, on siiski juurepessu kahjustuse läbi tekitatud majanduslik kahju kohati päris mõtlemapanev, sest esmajoones kahjustab juurepess tüve väärtuslikumat



Foto A. Karu.

Pilt. 6. Vaigujooks juurepessu poolt haigestatud puul oksakoha kaudu.

Loodi metskond,
Piima vahtkond,
kv. 55.



Foto A. Karu.

Pilt. 7. Juurepessuhaiged kuused. Huuksi metskond, Kolga vahtkond, kv. 30.

osa, muutes selle halvemasordiliseks küttepuiduks. Loodi metskonna Piima vahtkonna ca 50. a. kuuseistandutes, milles juurepessu kahjustus näib kujunevat väga ulatuslikuks, tehtud eelkalkulatsiooni järgi võib mädapuidu protsent puistuis kuni raieküpseks saades tõusta I sordi osas üle 40, II kuni 20, kuna III ja IV sordis ainult peenemate tüvede arvel võib teatud osa mädapuitu olla.

Haiguse välised tundemärgid.

Väliselt, eriti varasemas astmes, on juurepessu kahjustust raske kindlaks teha ja seetõttu on ta kardetavamaid seenhaigusi. N e g e r (1924) mainib tugevat vaigujooksu puu alumises osas enne selle surma, kuid W a g n e r (1930) eitab seda kategooriliselt, sest juurepess ei ole võimeline vegeteerima elavas maltsosas. Haiged kuused on küll sageli vaiguste tüvedega, kuid W a g n e r i arvates on see külmaseenest (*Agaricus melleus*) põhjustatud, mis vegeteerib koore all. Seniste tähelepanekute järgi näib W a g n e r i väide maksev olevat sääraseil juhtumil, kus haigus on tunginud puusse rõikjuure (otse alla mineva) kaudu, laostades seest ringikujuliselt, ja kui puu evib veel terved pinnalähedased juured siis ei saa haigus tungida välispinnani. On aga juurepessu ohvriks langenud mõni külgmiline pinnalähedane juur, mille laostumine kulgeb ühekülgselt, siis esineb tugev vaigujooks laostumisprotsessi piirjoonel (pilt 4 ja 5), mõnel juhtumil ka kuiva oksa kohal (pilt 6). Kaugemas laostumisastmes, kuigi laostumine on piirdunud ainult puusisemusega, ilmneb ka väliseid tundemärke, nagu tüve pudelikujuline laienemine ülevalpool juurekaela (pilt 7). Ka korba moodustamine on intensiivsem seest laostatud tüvedel, sest puutoe vajadus ja vee juhtimine põhjustab suurenevat kambiumi kasvu. Samas järgus või hiljem võib ilmuda ka okastiku halvenemine.

Juurepessu kahjustus ja pinnaseolud.

Lähtudes pinnaseoludest, tähendab W a g n e r, et juurepessu leidub kõige enam lubja-savipinnastel, eriti aga kui need on kuivad; vähem ohtlikud on värsked niisked saviliivamaad. Kivisel kruusamaal on kahtlemata suur tähtsus juurte ja juurekeste vigastustel; see tuleb kõne alla ka üldse tuultele avatud kohtadel. Tuule soodustav tegevus juurepessu kahjustamisel oli märgatav mitmes talundimetsas, mis asetsesid väikeste, tuultele avatud tükkidena.

Juurepessu kohta andmeid seoses pinnaseoludega toob ka mag. J. Kõressaar oma diplomitöös, mille järgi Märjamaa metskonna savipinnastel esineb haigeid kuuski 44—53%, õhukesel saviliiva-kruusa rühil 35—40%; seevastu aga värskel saviliivapinnasel 3—5%; liivsavil — 20%.

Kärevere metskonnas leidis moreenkruusakünkail haigeid kuuski kuni 80%, kuid samast vähe all pool, kus niiskust rohkem ja ka mullastruktuur peenem, ainult 2—5%. Põltsamaa metskonnas

lehtpuudega segatud lodul leidis langi kohta 1—2 seest mädastatud tüve. Raskekujuliselt ja laiaulatuslikult kahjustab juurepess lubja-pinnastel, meil paemuldadel asuvaid kuusepuustuid. Nii andis Purdi metskonna Esna vahtkonna kuuse raiel teostatud proovilugemine juurepessu poolt mädastatud kände 67%, millest rohkem kui pool olid seest õõnsad. Seega üldine nähe, et kuivemal, eriti moreensavikruusakünkail ja paemuldadel on juurepessu esinemine sage, kuid liivasemal — vähem, nii näiteks leidis Loodi metskonnas võrdlemisi kuival devoonliivasel pinnasel ainult 10% haigeid puid (langil).

Niiskeil, liikuva veega ja soiseil aladel juurepessu peaaegu ei esinegi, samuti värskel savikas-liivaseil huumusmail. Teatud juhtumel võib ka niiskeil lodudel esineda küllalt tugevaid juurepessu kahjustusi, kuid sellest pärastpoole.

Mullaniiskuse ja toitainete osatähtsus kuuse haigestumisel.

Kuusk kuulub pinnase niiskuse suhtes tundelikumate ja nõudlikumate puuliikide hulka ning seoses juurepessu haigestumisküsimusega evib suure tähtsuse esmajoones juurte ja üldse kogu puu seisund niiskuse suhtes. Värskel niiskel pinnasel on kuuse vee tarvidus rahuldatud kogu aasta. Mida rohkem puu on veega täidetud, seda halvemad on seenkoe elu- ja levimistingimused, sest juurepessu soodsaks arenguks elavas puus on vajalik küllaldane õhutagavara. Kuna kuivadel aegadel ja kohtadel puu ei saa pinnasest ammutada ja edasi juhtida vajalikku vett, siis vee vähenemine suurendab õhu hulka puu kõigis osades ja ühes sellega muutuvad soodsamaks seene elutingimused. Sellega on seletatav ka juurepessu raskem kahjustamine kuivadel aladel, mis ka meie paealadel peaks olema üheks olulisemaks teguriks, sest need kannatavad rohkem põua all.

Juurepessu kahjustuse juures on mõõduandev ka pinnasehädusus. Kahjustus on suurem halbadel ja häädel pinnastel, kuna keskmised kannatavad vähem. Halbadel pinnastel suurendab kestev kuivus kõige rohkem juurepessu kahjustamisvõimalusi, kuid ka toitainete vähesus pole ses suhtes tähtsusetu. Häädel pinnastel lopsakalt kasvanud puude suurerakuline puit on kore ning õhurikas ja seepärast soodsam juurepessu arenguks. Seega pole juurepessu kahjustus mitte üksi pinnasest sõltuv, vaid raskekujulise kahjustuse eelduseks peab olema seenele soodne arenemisvõimalus pääle pinnase ka puidus.

Juurepessu kahjustus end. põldudele rajatud kuusepuistuis.

Omaette päätüki pinnaseolude käsitlemisel, seoses juurepessu kahjustusega, moodustavad endistele põldudele rajatud okaspuistud. Juba ammu pandi tähele, et endistele põldudele rajatud kuuse- kui ka männipuistud kannatavad märgatavalt tugevamini juurepessu kahjustuse läbi kui vanadele metsamaadele rajatud. Ka meil ei puudu sellekohased tähelepanekud. Kuid küsimuses pole põhjuste üle veel kaugeltki rahuldava selguseni jõutud.

Vanemad autorid: Boden ja Frömbing (1906) arvasid, et endistele põldudele rajatud kuuse- ja männipuistute tugev kahjustamine juurepessu poolt on soodustatud nende suurest lämmastiksisaldusest endiste väetamiste arvel; kuid Albert'i (1907) uurimused näitasid, et huumuse ning lämmastiku sisaldus võib vanadel metsamaadel vahel suuremgi olla kui endistel põldudel. Seega ei võiks juurepessu erinev kahjustus endiste põldude ja vanade metsamaade puistuis olla põhjustatud toitainest. Kuid seda ei või täiesti eitada, sest kui võrrelda ühtlase lahedusega liituses kasvanud kuuse ja männi kasvukäiku samade pinnaseoludega endisel põllu- ja vanal metsamaal, siis on see endisel põllul palju jõudsam ja arvatakse (v. d. Wense 1929), et endistel põldudel on toitained puudele paremini kättesaadavas vormis. Lopsakalt kasvades moodustavad puud laia kevadosa, mis on õhurikas ja seepärast need puud ongi oma tehniliste omaduste tõttu seenele vastuvõtlikumad, sest nagu eespool öeldud, peab olema seene raskekujulise kahjustuse juures soodsad tingimused seene arenguks pinnases ja puidus. Kas toitainete kerge kättesaadavus pinnases soodustab ka juurepessu elutingimusi, see ei selgu v. d. Wense töödest. Sellele küsimusele annab vastuse 1933. a. ilmunud Hopfgarteni töö „Beitrage zur Kenntnis der Stockfäule“, millest selgub, et katsete järgi on rikkalik lämmastikainete saadavus soodustanud juurepessu arengut, sest katse juures on 1½ kuu vältel seen toitelahuses, milles lämmastikku anti peptonina, kasvatanud 8,5 korda rohkem mütseeli kui lämmastikuta toitelahuses. Ühtlasi on selgunud ka, et juurepess eelistab lämmastik-aineist ammooniumühendeid. Seejärgi peab ka pinnase lämmastiku rikkus mõjuma soodustavalt juurepessu elutingimusele ja nagu eespool selgus, ka puude kasvule, millega on seoses suurem kevadosa moodustamine suurte õhuliste õhukeseinaliste rakkudega ning on seepoolest eelistatud seisukorras juurepessu suhtes. Seega mõjub sama põhjus s. o. toitainete rikkus, kahe-

kordselt haiguse suurendajana endistele põldudele rajatud okaspuistuis.

Wagneri arvates on endistele põldudele rajatud kuusepuistute raskes kahjustamises juurepessu poolt süüdi sügavale tunginud juured; sest niipea kui juured kerge vaevaga kohedast päälismullast jõuavad allapoole künnisügavust, saab see neile saatuslikuks (plink, õhuvaene).

Albert ja Zimmermann, käsitledes juurepessu kahjustust endistele põldudele rajatud okaspuistuis, väidavad oma uurimuste põhjal, et terve metsapinnas ja haige endine põllupinnas erinevad tunduvalt oma füüsikaliste omaduste poolest. Põllupinnased on palju tihedamad kui vanad metsapinnased, sest viimased evivad palju suurema pooride mahu. Pinnasetihedusest on suurel määral sõltuvad pinnase niiskuseolud, veemahtuvus — ühelt poolt sademete kinnipidamise ja teiselt poolt mullas oleva niiskuse äraauramise võimaluse suhtes. Tihe, endise põllupinnase päälispind kuivab ruttu intensiivse kapillaarse auramisega ning pinnase niiskus allub suurtele võnkumistele; seevastu vanad metsamaad, mis on koredad, õhuruumidega täidetud, säilitavad pidevamalt mõõdukat niiskust, värskust. Endistel põldudel arenevad kuusejuured, päälmise haritud, hästi kättesaadava toitaineterikka kihi tõttu valdavas enamuses ainult — 20 sm sügavuses *), milline kiht, nagu eespool selgus, allub põllupinnastele omaste füüsikaliste omaduste tõttu sedavõrd suurtele võnkumistele niiskuse suhtes, et kuivadel aegadel võivad juured surra väheneva turgorirõhu tõttu. Sellega ongi loodud juurepessule sissetungimise võimalus.

Need eespoolkäsitletud vaated juurepessu kahjustuse kohta endistel põldudel lähtuvad kõik pinnasest, kuid tegelikult on olukord veel komplitseeritum, sest tuleb arvestada asjaolu, et põldudel olevad okaspuistud on rõhuvas enamuses kunstlikult rajatud, mille juures, ja seda eriti kuusepuistuis, nagu pärastpoole kuuleme, puistu ise suurel määral põhjustab juurepessule soodsamad kahjustamistingimused.

*) Mag. E. Kohh'i mõõtmiste järgi 1937. a. Huuksi metsk. Kolga vahtk. olid 50-a. põllukülindus kuuskede juured keskmiselt 9,9 ja 10,3 sm sügavuses.

Juurepessu kahjustustingimused ja -käik kuusepuistuis.

Juurepessu kahjustus algab tavaliselt latiealises metsas*), kuid reeglipäraselt ei vii see puud surmale, kuna kahjustab kuusel siseosa („lüliosa“), jättes puudutamata välisosa („maltsoosa“) ja puu võib edasi kasvada. Kahjustus algab esmajoones allapooleminevate rõik- ehk südajuurte kaudu, mis hävitatakse kõigepäält ja säält tungib haigus edasi tüve vanemasse ossa — siseossa („lülisossa“). Ainult raskemakujulise kahjustuse juures, kui on juba laostatud ka tugevaid külguuri, mille järelalusena on suurel määral vähenenud puu veeammutamise võimalus ja säälpool küljes, kus on hävitatud külguured, muutub mahlakas välisosa — „maltsoosa“ — kuivaks, õhuliseks ja siis võib juurepess, mis vajab oma arenemiseks õhulist keskkonda, tungida välisossa — „maltsoosa“ — ja isegi kambiumi ning surmata puu; kui puu pole veel allunud tuuleheitele laostunud juurte tõttu. Sääraseil juhtumeil ilmneb surmaeelse nähtena tugev vaigujooks tüve pinnalähedases osas, koltuvad okkad ja hõrendub võra.

Nagu öeldud, ei saa juurepess tungida mahlakasse puusse, kuna ta ei tungi kunagi läbi elava kambiumi välja, siis ei saa ta ka vastupidi — väljast tungida läbi kambiumi puusse, vaid ta tarvitab selleks surnud või haigestunud juuri, mis võivad olla põhjustatud ka mehaaniliste vigastuste läbi. Seega esmajärguliseks juurepessu nakkuse ja kahjustuse eelduseks on haiged juured. Wagneri järgi haigestuvad esmajoones sügavale minevad juured, ja ta peab kuuse sügavale minevaid juuri suurimaks juurepessu kahjustuse põhjustajaks. Ka kuuse kasvatamisvõtteid käsitledes, et saada terveid, juurepessu poolt mitte kahjustatavaid kuusepuistuid, peab ta üheks põhinõudeks kuusele lameda pinnalähedase juurekava arendamise, sest juurepess ei kahjustavat nimetamisväärsetki pinnalähedasi juuri. See väide on maksev sügavamapõhjalistel kuivemal või isegi teatud juhtumeil ka värskel pinnasel, kus kasvuperioodil väheste sademete tõttu, mis meil kaunis tavaline nähe, alumised kihid (ca 40—90 sm) sisaldavad vähem niiskust kui päalmised ja seepärast satuvad sügavale kasvanud juured kuivamisohtu, võivad surra ning muutuda vastuvõtlikuks juurepessule. Sääraseil pinna-

*) 1937. a. suvel leidis mag. E. Kohh juurepessu poolt surmatud 8—11-a. mände Võru ja Erastvere metskonna kultuurides ja Porkuni metstk. isegi 30 sm kõrguseid loomuliku uuenduse kuuski.

seil tuleb hoiduda kasvatamisvõtteist, mille järelalusena võib areneda sügavaleminev juurekava (kiiluga istutamine, tugeva rõikjuurega koolitatud taimed).

Vastupidise nähtega on meil tegemist õhuke-külmapõhjalistel pinnastel, lodudel, kus kuuskedel sageli täiesti puuduvad sügavaleminevad juured ja on kujunenud tüüpiline lame pinnalähedane juurekava. Kuid sellele ja ka küllaldasele niiskuselule vaatamata, leidub sääraseil aladel kohati raskekujulist juurepessu kahjustust ja ohvriks on langenud just pinnalähedased juured, mille kaudu haigus on tõusnud tüvesse. Siin on tegemist teise äärmusnähtega, mida põhjustanud asjaolu, et juurekava on arenenud liig pinnalähedane, mida mõnelgi juhtumil võiks nimetada pinnapäälseks (eriti külmaluspõhi). Säärases olukorras on juured väga vähe või peaaegu mitte sugugi kaitstud suurtest temperatuuri kõikumistest õhus ja võivad õhukuumuse läbi, eriti kuivadel aegadel, sedavõrd kannatada saada, et haigestuvad ning muutuvad vastuvõtlikuks juurepessule. Neil kohtadel tuleb toimida vastupidiselt eespoolkäsitletud (W a g n e r i) kuuse kasvatamisvõttele ja luua sääraseid kasvutingimusi, et kuused kasvataksid võimalikult sügavama juurekava, mis on rohkem kaitstud õhukuumuse eest. Seda saadakse eeskätt pinnase õhustamisolude parandamisega, sest kuusejuured saavad areneda ja elujõulistena püsida keskkonnas, kus on tarvilikul määral õhku. Selle saavutamiseks võib tarvitada kahesuguseid võtteid: tehnilisi ja bioloogilisi. Tehnilise võttena tuleks esmajoones kõne alla pinnase mõõdukas kuivendamine, mis läbi päale õhustamise paranevad ka pinnase temperatuuri-olud, sest alad, kus esineb kuuse pinnalähedaste juurte kahjustamine juurepessu poolt, on tavaliselt külmapõhjalised ja kannatavad liigniiskuse all. Kuivendamisel tuleks piirduda paraja mõõdukusega, sest liig intensiivse kuivenduse järelalusena võib kuival kasvuperioodil kuivus liiga teha ning soodustada juurepessu nakkust, nagu eespool selgus.

Liig peene, tiheda struktuuriga plingil pinnasel ei suuda kuivendamine kuigi suurel määral parandada pinnase õhustamist; et sääraseil aladel soodustada kuuskedel sügavama juurekava arendamist, tuleb tarvitada bioloogilist võtet. Selleks tuleks asuda esmajoones lehtpuude (kase) kasvatamisele, mille juured tungivad hõlpsamini sügavamale kui kuusel. Hiljem likvideeritakse lehtpuud, asendades neid kuuskedega. Lehtpuujuurtega läbipõimitud pinnas muutub nende kõdunedes tunduvalt koredamaks, õhulisemaks ning ongi loodud eeldusi kuuse juurte sügavamale tungimiseks.

Juurepessu kahjustus kultuurpuistuis.

Asudes käsitlema kultuurkuusepuistuid juurepessu kahjustuse seisukohalt, jäävad maksma eespooltoodud seisukohad pinnase suhtes, kuid siin tuleb juurde asjaolusid, mis peituvad puistuis eneseis: esilekutsutuna rajamisviisist, hooldamisest ja kasvukäigust. Külinduid ja istanduid tuleb eraldi käsitleda, sest külindud on n. ö. loomupärasemad: puu on kasvanud sääli, kuhu seeme külvati ja mõnigi kord on vanemais puistuis väliselt raske otsustada, kas on tegemist kultuur- või loomulikult tekkinud puistuga. Istandu seesvastsu on taimedega rajatud ja eriti noores eas (kuni liitumiseni) on ta hoopis erinevais tingimuses võrreldes külindu või loomuliku uuendusega.

Kuuseistanduis võime jaotada põhjusi kolme liiki, mis soodustavad juurepessu kahjustust ja millised põhjused ei esine külindu ega loomuliku uuenduse juures. Need oleksid:

- 1) tehnilised, 2) füüsilised ja 3) füsioloogilised.

Tutvume nende põhjustega ligemalt.

1. Tehnilised põhjused. Istutamine on seoses juurte ja juurekeste vigastamisega ning osa neist võib ümberistutatult lakata eluliselt funktsioneerimast, alludes esmajoones haavamädale, mis võib kujuneda teeavajaks juurepessule. Rohkem mõõduandev on istutamisviis. Eespool mainisin, et teatud pinnaseoludel toimub juurepessu nakkus eeskätt allapoole, sügavasse maasse minevate juurte kaudu. Seepärast, kui istutatakse kuuske kiiluga, juhitakse juured otse sügavale. Samuti suurendab nakkusohtu normaalsest sügavamale istutamine (väljaarvatud koredad pinnased), sest sügavam pinnase osa oma tiheduse ja hapniku puuduse tõttu suretab esmajoones narmasjuured ja hiljem ka tugevamad. Asetades aga istutamisel juured lamedalt, et nad saavad-kohe areneda pinnalähedases õhulises pinnases, mis on loomupärane kuusele, omandavad nad kahtlemata suurema vastupanujõu juurepessule. Asjaolu, millele Gayer juhib tähelepanu. Wagner seda mõtet edasi arendades leiab, et kuusetaimede koolitamine pole üldse soovitatav, sest sellega arendatakse sügavjuureline kava, kuna kuusele on loomupärane madaljuureline. Üheks suuremaks paheks istutamisel võib sageli osutada juurte mitte küllaldane kaitsmine kuivamise eest, mistõttu nad nõrgestuvad halvemal juhtumil kuni kuivamiseni, millele mullas järgneb mädanemisprotsess ja sellega on jällegi loodud soodustusi juurepessu nakkusele.

2. Füüsilised põhjused. Kuuski istutatakse 1,5—2,0 m vahedega. Seega kasvavad kuused noores eas istanduis n. ö. üksikpuudena. Olles ruumiliselt piiramata, saavad nad täiel määral kasustada valgust ja niiskust. Häädal pinnastel kasvavad puud seetõttu ka väga lopsakalt, kasvatades tugeva oksastiku maapinnast alates. Seega kujuneb maksimaalne auramispind ning puistu veetarvidus üha suureneb. Samal ajal toimub vastupidine protsess: liitumisastmele liginev puistu peab ikka rohkem ja rohkem sademeid kinni ning vähemad sademete hulgad jäävadki peatuma võrakatusele ja ainult tugevamad sademed võivad niisutada pinnast, kuid sedagi tavaliselt ainult päälmises osas, sest sedavõrd vähe on sademeid hoogsamal kasvuperioodil meie oludes. Sügavamas asuvad rõikjuured, kuhu need kasvasid enne kui puudus puude liitumise tagajärjel kujunenud võrakatus, võivad haigestuda niiskuse puudusel ning lakata eluliselt funktsioneerimast ja nii ongi loodud eeldusi juurepessu nakkusele kogu puistu alal. Niisugune on ka Wagneri arvamus, kes peab kuivust tähtsamaks juurepessu nakkust soodustavaks teguriks.

3. Füsioloogilised põhjused. Istandu liitumisega satuvad seni üksikult kasvanud puud hoopis teise olukorda: väheneb valgusemäär, alumised oksad hakkavad kuivama ning väheneb suurel määral assimileeriv pind ja ühes sellega vähenev assimilatsioonide valmistamine kutsub esile üldise toitainete puuduse, mille tagajärjel väheneb suuresti juurdekasv, kuid eriti saatuslikuks saab see juurtele. Niikaua, kui kultuur oli liitumatu ja puud väga lopsakalt kasvasid, oli ka vastavalt juurte elutegevus intensiivne ja nad kasvasid hoogsalt. Võra vähenemine mõjub juurekavale ruineeruvalt, kuid seda mitte ühtlaselt: kui soodsamais kasvutingimuses olevad pinnalähedased juured edasi kasvavad, hakkavad need, mis endise üksikpuu lopsaka kasvamise ajal sügavale tungisid kui halvemais kasvutingimuses (kuivus) olevad, esmajoones kidunema toitainete puudusel ning neis hakkab soikuma eluline tegevus — nad surevad ja nende kaudu on avatud tee juurepessu nakkusele. Asjaolu, mida osaliselt ka Gayer rõhutab.

Sama punkti all võiks veel käsitleda üht põhjust, mida toob ette dr. K. Havelik (1924), juhtides tähelepanu asjaolule, et hõredas istandus valguse- ja ruumikülluses lopsakalt kasvanud noorte puude rakud on suured ja õhukeseinalised, mis ei paku kaitset haigestumise vastu. Ka olevat õhukeseinaliste rakkude oma-

vaheline side küllalt nõrk, ta võivad katkeda ja seeläbi tekkinud vahe-ruumid olevat paremaiks teedeks seene edasitungil.

Täiendavalt sellele olgu tähendatud, et õhukeseinalised rakud on puu kevadosas. Lopsakalt kasvanud noortel kuuskedel on vahel kevadosa kuni 5 või isegi rohkem korda laiem sügisosast; seega on puit suurte õhukeseinaliste rakkude tõttu väga kore ning õhurikas; õhurikas puit on aga juurepessu poolt kõige enam eelistatud.

Punkt 1. all käsitletud istutamiseega põhjustatud juurepessu nakkust soodustavad asjaolud ei tohiks kuigi mõõduandvad olla praegusis kultuurkuusepuistuis — istanduis, sest endisis erametsades (Õisu, Loodi, V.-Võidu j. m.) on need rõhuvas enamuses asutatud mätastaimedega, millise istutamisiisiga taime kõige vähem vigastatakse.

Punkt 2. all käsitletud puistust tingitud pinnase kuivus on paremail pinnaseil kohati väga üldine, eriti aga endiste erametsade (Õisu, Loodi j. m.) istanduis, kus hoolikate kasvatus- ja hooldusvõtetega noores eas on saadud väga ühtlaselt tihedad absoluutpuhtpuistud, mis on niivõrd tihedad, et valguse puuduse tõttu ei kasva isegi sammal nende all. 1934. a. septembri alul oli maapind istanduis 50—60 sm sügavusel tuhkuiv, kuna põhjavee suhtes samul tingimusil olevad põld- ja segametsa-alune (värsked) pinnas olid tunduvalt niiskemad; 10—15 sm sügavusel oli vahe vähem.

Punkt 3. selgituseks toon mõned andmed puude kõrguse jooksva juurdekasvu käigust enne ja pärast liitumist Loodi metskonna kuuseistanduist. Enne liitumist (10—15 a.) — üksikpuudena, sest loomulik juurdesegu (eriti lehtpuu) kõrvaldati väga hoolikalt, on kõrguse jooksev juurdekasv kuuseistanduis tõusnud kuni 80—90 sm aastas, mistõttu 20 a. istandu ületab 3—4 m-ga Schwappachi I boniteedi. Liitumisega on kaasas käinud järsk langus: 30—35 a. on kõrguse jooksev juurdekasv vaid 35—40 sm aastas (Schwappach 50) ja 45—50 a. ainult 25 sm Schwappachi 44 sm vastu. Järsu jooksva juurdekasvu languse on põhjustanud liig tihedus; seda oleks saanud vältida õigeaegsete läbiraietega. Seega enne liitumist väga lopsakalt kasvanud ja selle tagajärjel tekkinud puit on väga soodus juurepessule; järsu jooksva juurdekasvu langusega on ka suurel määral nõrgenenud puu eluline tegevus, mille järeldusena halvemais tingimuis olevad juured järk-järgult lakkavad eluliselt funktsioneerimast.

Kirjeldatud seisundis olevaid kuuseistanduid sel kujul nagu neid esineb Loodi metskonnas tuleb vaadelda kui n. ö. bioloogiliselt

haigeid puistuid. Parimat faktilist materjali selle kohta andsid läbiraaiutud osad. Eelmisel talvel läbiraaiutud 32—35 a. istandute kändudest oli seest mäda 13—15%, mis esinesid laiali-pillatult. Kuna läbiraaiest oli möödunud ligi $\frac{3}{4}$ aastat, siis võis kändude järgi pidada haigeiks ainult neid, milles laostumine oli jõudnud juba viimasesse astmesse. Esimest astet — värvuse muutust — ei saanud enam kind-

laks teha kändudel, mis olid tuhmunud ilmastiku tõttu ning osalt allunud välistele laostumisprotsessidele. Nende hulk ei võiks ka väike olla, samuti jäävad arvestusest välja need, mille laostumine piirdub alles juurtega. Väliste tunnuste järgi s. t. vaiguste tüvedega oli neis istanduis haigeid 20—45%, millest osa võib olla külmaseene arvel. Loodi metskonna vanemais, ca 50 a. kuuseistanduis (Piima vahtk. kv. 49, 59 j. t.) mille kasvukäik ja pinnaseolud sarnlevad ülal kirjeldatule, on juurepessu kahjustus kohati võtnud juba epideemilist ilmet. Tugeva vaigujooksu tõttu tüve maapinnalähedases osas võib haigestunud puid kindlasti

väliselt tunda. Neid esineb üksikult, kuid rohkem rühmikuina, mis laienevad. Väliselt nähtavalt haigeid on aeg-ajalt välja raiutud ja mõnegi haigete rühmiku keskust tähistavad kändud. Nende lähimate puude tugeva vaigujooksuga tüved tõendavad haiguspesa laienemist (pilt 8). Kahe viimase aasta vältel rühmiku kohta välja raiutud haigete puude hulk tõuseb kuni 11-ni, mis näiteks ühel juhtumil (11 kändu) asuvad 5-meetrilise raadiusega ringis. Juurepessu raske kahjustuse tõttu raiuti neist puistuist esmajoones välja raskesti haigestunud surevad puud, mille järeldusena mõnelgi osatükil mäda kändude protsent tõusis 80—90-ni.

Sääraste bioloogiliselt haigete istandute parandamiseks on vähe



Foto A. Karu.

Pilt 8. Juurepessu-haigete puude rühmik. 5-m raadiusega ringis on 11 kändu, neist vanemad 4 — asuvad 1. ringis, kus paremate valgustusolude tõttu kasvab juba sõnajalgu ja rohttaimi, kuna mujal on vaid sammalkate. Tugeva vaigujooksuga puud (ristiga märgitud) tähistavad haiguse levimist.

lootusi. Läbiraied seda ei suuda, sest kui kogu puistu on haigestumis-seisundis ja juured mädanemas, siis sääraselt puistult ei või enam loota, et ta läbiraiega saavutatud lähedama liituse tõttu parandaks juurdekasvu ja seepärast peaks kõne alla tulema õigeaegne likvideerimisküsimus. Läbiraieid oleks tulnud teostada istandute liitumisajal, kuna sellega oleks välditud järsk jooksva juurdekasvu langus.

Paremas seisundis juurepessu kahjustuse suhtes on istandud, mille niiskuseolud ei ole täiel määral sõltuvad sademeist, vaid pinnalähedane liikuv põhjavesi hoiab pinnase värske (Matuse vahtk. kv. 130), kuigi muilt mullastikuoludelt nad sarnlevad ülal kirjeldatuile.

Külindud. Teissugune olukord on teatud määral külinduis. Need on küll ka liig tihedad (Loodi m.), kuid seda on nad, eriti täiskülindud, olnud algusest saadik ega pole midagi vastavat läbi teinud, mis oli omane istanduile liitumisel ja evivad seega vastandomadusi istanduile. Tiheda liitumise ja aeglase kasvu tõttu noores eas on arenenud pinnalähedane juurekava, puidurakud on väikesed, paksemaseinalised ja puit seetõttu tihe ning haigustele tugevama vastupanuvõimega kui istanduis kasvanute oma. Nooremaist külinduid uurisin tervislikku seisundit Putniku vahtk. Kaarli jaama juures olevas 35 a. põllukülindus, mis võtab oma alla peaaegu 3 kvartaali. See on kogu aeg kannatanud liig tiheduse all, mistõttu ka jooksev juurdekasv on vähem kui Schwappachi I boniteedil, olgugi et pinnaseoludelt sarnleb eespoolkäsitletud istanduile. Sellel alal võetud proovitükel ega ka nende ümbruses ei leidnud mädakäande; ka mitte värvuse muutust. Proovitükid võeti läbiraie ajal. Ka puudusid vaigused tüved. Ligikaudu võrdne pilt oli ka samul välistingimusil oleval Kaara-Lillsoo (kv. 87 lit k) täiskülindus: väliselt haigeid 24%, kuid kannud kõik terved.

Vanemais, ca 50 aastaseis põllukülinduis (Matuse vahtk., kv. 125 lit c, Putniku vaht., kv. 143 lit e), millised noores eas ka liig tihedad olnud, on olukord siiski juba teisem ja esineb juurepessu poolt nakatatud puid (vaigused tüved). Matuse vahtkonnas kv. 125 lit c oli läbiraiel mädakäande 11%; kuid seisukorda tuleb siiski märgatavalt paremaks pidada istanduid, sest juba 32—35 a. vanuseis istanduis (ka Matuse vahtk.) oli mädakäande 13—15%; võrreldav külind on aga 50 a. vana ja kuivemal pinnasel kui istandud. 50 a. istandus (Piima vahtk.) oli juurepessu kahjustus evinud juba epideemilist ilmet. Neid külinduid (50 a.) olevat 25—30 a. tugevasti hõrendatud, mille tõendusena analüüsipuud näitasid suurt jooksva juurdekasvu tõusu ($d_{1,3}$ —

30—50%). Seega moodustati koredamat puitu, mis on vastuvõetavam juurepessule ja võib arvata, et tähendatud külinduis läbiraied on soodustanud juurepessu kahjustust.

Tiheda külindu liig hiljaks jäänud hõrendamisel on karta juurepessu nakkuse soodustust veel teisel teel. Liig tihedas külindus on kuuskede juurekava arenenud väga pinnalähedane (et saada osa sademeist), kus vähese ruumi tõttu paljud on üksteisega kokku kasvanud ja võib karta, et väljaraiutud puude surnud juurtel arenev seenkude võib kokkukasvanud juurte kaudu üle minna kasvavaile puile.

Seevastu 50 a. põllukülinduid, milliseid noores eas kasvatatud lähedas liituses (Piima vahtk. kv. 55 lit b, kv. 60 lit a), kahjustab juurepessu juba rühmikuina nagu istanduidki. Analüüsi andmeil sarnleb nende külindute kasvukäik ka istanduile. See tõendab veel, et puistu seisundist (samul pinnaseil) põhjustatud erineva kasvukäigu tõttu on ka juurepessu kahjustus erinev.

Siinkohal võiks veel tähelepanu juhtida arvamusele, et juurepessu peetakse ka teatud määral kuuse vanadushaiguseks. Kiiresti kasvav puu (istandu, lahe külindu) saavutab küpsuse varem kui aeglaselt kasvav (tihe külindu, loomulik uuendus) ja seega ilmnevad ka varem vanadusega kaasaskäivad nähted. Asjaolu, millel võib ka olla teatud osatähtsus eespoolkirjeldatute kohta.

Uurides haigete ja tervete puude vahekorda rinnete järgi, selgus, et külinduis (Loodi m.) on haigeid (väliselt määratud) protsentuaalselt enam-vähem ühtlaselt üla- ja alarindes, kuid istandute alarindes on haigeid märgatavalt rohkem kui ülarindes. See nähe peaks ka olema seletatav kasvukäigu erinevuste põhjal, sest tuleb arvestada, et istandu alarinde puud on noores eas üksikpuudena ikkagi väga jõudsalt kasvanud, kuid vähem neist, mis moodustavad praeguse ülarinde. Seepärast pidid puistu liitumisega kaasaskäivad eespoolkirjeldatud kasvu pidurdavad tegurid avaldama alarindesse jäävatele puudele loomulikult palju suuremat mõju kui ülarinde puile. Külindu (tihedamate) alarinne on aga pikemaajalise puistuarengu tulemus, on n. ö. selles kasvanud, olles seega õieti kogu aeg enam-vähem ühtlasis tingimuses, nagu ülarinnegi ja seepärast ei ole ka juurepessu vastuvõtlikkuse suhtes erinevust märgata.

Loodi metskonna kultuurkuusepuistute käsitlemist juurepessu kahjustuse suhtes võiks järeltada, nagu kujuneksid läbiraied juurepessu kahjustuse soodustajaks. See ei ole nii, sest kui läbiraied teostatakse õigeaegselt tarviduse järgi

ning seeläbi välditakse suuremad kõikumised jooksvas juurdekasvus, siis püsib puistu juurepessu nakkuse suhtes palju kindlamana. Uuritavais puistuis oli läbiraietega hiljaks jäänud.

Tuleb arvestada, et juurepessu kahjustust soodustavad just suured muudatused jooksvas juurdekasvus: olgu see põhjustatud hõredalt kasvanud (istandu) puude liitumise läbi saadud liig tihedusest või liig tihedalt kasvanud puistu (täiskülindu) hilisest tugevast hõrendamisest. Seejuures on veel mõõduandvad pinnase niiskus ja häädu: rammusal pinnasel on juurepessu kahjustus suurem, kus aga pinnase niiskusolud ei ole täiel määral sõltuvad sademeist, vaid pinnalähedane liikuv põhjavesi hoiab pinnase värske, sääl ei ole juurepessu kahjustust peaaegu üldse karta.

Kuidas kasvatada tervemaid kuusepuistuid? Istandute juures oli üheks põhjuseks, mis eriti paremail pinnaseil tunda annab, liig lopsakas kasv nende hõreda või õieti üksikpuulise asetuse tõttu ja teiseks — liitumisele järgnenud järsk jooksva juurdekasvu pidurdumine. Need nähted on tavalised paljudes endistes erametsades (Loodi, õisu, V.-Võidu), kus lehtpuud raiuti viimase ni välja kuuseistandust ja üldse kuusepuistuid.

Esimese põhjuse vältimiseks tuleks kuuseistanduis katsuda puid algusest pääle kasvatada võimalikult metsale omases olukorras, milleks soodustada lehtpuu juurdesegu tekkimist; kuid ühtlasi silmas pidada, et ta ei saaks saatuslikuks kuusele. Kuuse liitumisel tuleks osa lehtpuid jätta kosseisu. Ei osutu see võimalikuks ja kuuski tuleb ikkagi kasvatada üksikpuudena istanduis, siis vähemalt liitumisel mitte lasta tekkida liig tihedat seisu, vaid varakult alata hõrendamisega, et vältida jooksva juurdekasvu järsku langust.

Külindud (eriti täis-) seevastu on noores eas tavaliselt kannatanud liig tiheduse all, mispärast tuleb aegsasti hoolitseda mõõduka läheduse eest, millega välditakse kasvu kiratsemine, pinnas saab rohkem osa sademeist ning ei arene ka liigselt pinnalähedane juurekava ja väheneb juurte kokkukasvamisoht. Lehtpuid tuleb ka külinduis teatud määral sallida.

Lehtpuu juurdesegu tähtsus juurepessu kahjustuse suhtes. Eespool selgus, et endistes erametsades on sihikindlalt kasvatatud absoluutpuhtkuusepuistuid. Tihedad puhtkuusepuistud mõjuvad pinnast halvendavalt, sest puhtkuuse okkarisu moodustab tiheda pinnase pääliskihi, mille järelalusena halveneb õhustumine, vähenevad mikrobioloogilised, eriti mulla bak-

teriaalsed protsessid ning mullahingamine (CO_2 eraldumine), pinnas tiheneb ja tekib soodne olukord juurepessu kahjustamiseks. Seega muudab puhtkuusepuistu pinnase kuuse kasvatamiseks kõlbmatuks, kuid soodsail pinnase ja kliimaoludel võib ka puhtkuusepuistu püsivalt terveks jääda.

Seevastu lehtpuu juurdesegu läbi saab pinnas rohkem sade-meid, okka-leherisu segust moodustub mure pinnase pääliskiht ning mulla mikrobioloogilised protsessid kulgevad normaalselt. Lehtpuudejuured on võimelised tungima ka pinnase alumistesse kihtidesse, muutes seda koredamaks. Lehtpuusalgad võivad takistada epideemilist ilmet võtnud juurepessu kahjustuse levimist.

Juurepessu kahjustus ja karjatamine.

Lõpuks peatuksin mõne sõnaga karjatamisküsimuse juures, sest sageli oleme kuulnud, et karjatamist käsitletakse kui otsest põhjust juurepessu kahjustuse soodustamisel.

Loodi metskonnas oli mul võimalus ca 33 a. kuuseistanduis (Matuse vahtk. kv. 128 ja kv. 131) uurida, kuivõrd on juurepessu kahjustus seoses karjatamisega. Neist istanduist on kari ca viimase 20 a. jooksul järjekindlalt läbi käinud ja istanduis on juurepessu kahjustus juba väliselt märgatav (vaigujooks). Kariloomade sötkumise läbi on simatorkavalt kannatanud kuuskede pinnalähedaste juurte päälmised küljed. Tekitatud haavad — 10—15 sm pikkused juurekoore vigastused on kinni kasvanud või hakanud kinni kasvama. Vigastatud kohtadel võis teatud määral leida n. n. haavamäda, kuid kõigil uuritud juurtel piirdus haavamäda ainult vigastatud kohaga, või kui oli levinud, siis ainult mõni sentimeeter kaugemale (pikuti puud) ning päälmised juured olid seest üldiselt terved.

Juurepessu haigetel kuuskedel olid otse allaminevad või üldse alumised juured kõige rohkem laostatud juurepessule iseloomustavalt. Oli laostumisprotsess haaranud ka päälmisi juuri, siis laostumistugevuse käigu järgi oli see tulnud alumiste juurte kaudu ja kõige rohkem oli neil laostatud keskosa või alumine külg, kuna päälmine külg oli kõige tervem. Ühelgi juhtumil ei läinud korda kindlaks teha, et päälmise juurevigastuse kaudu oleks toimunud juurepessu tungimine juurtesse. Seda jälgisin päämiselt tuule poolt heidetud haigete puude juures.

Karjatamisega halveneb pinnas; muutudes tihedamaks väheneb õhustuvus ja veemahtuvus ning suureneb kuivuse oht. Need asjaolud halvavad juurte, eriti sügavamal olevate juurte elulist tege-

vust, kuid on ühtlasi soodustuseks juurepessule ja selles peaks seisma karjatamise osa juurepessu nakkuse soodustamisel.

Olen käesolevaga puudutanud meie okaspuude punamäda tekitajaid, milledest on tähtsamaiks osutunud juure- ja männipess. Nagu käsitlest selgus, on eriti komplitseeritud juurepessu esinemisnähted, mille tugevakujulise kahjustuse eelduseks peavad olema soodsad tingimused seene vegeteerimiseks pinnases ja puidus. See pärast on kuusepuistute kasvatamisel tähtis välja selgitada „hai-geed“ pinnased kuuse suhtes, kuid sääljuures arvestada seda, et tihe-date absoluutpuhtkuusepuistute kasvatamisega võime muuta hai-geks ka häid värskeid pinnaseid. Kuusepuistute kasvatamisel on sageli ilmnenud nähe (Loodi), et see, mis alul nooruses näis väga rõõmsana ja lootustandvana, on annud kurvemaid tulemusi. See pärast tuleb puidu kindluse tõstmiseks juurepessu kahjustuse vastu reguleerida kasvukäiku sedavõrd, et puuduksid suuremad hüpped jooksvas juurdekasvus ja eriti püüda vältida liig lopsaka kasvu arendamist.

Über die Rotfäule der Nadelhölzer.

(Zusammenfassung.)

A. Karu.

In engerem Sinne versteht man unter Rotfäule die Zersetzung des Holzes durch die Pilze *Trametes radiciperda* und *Trametes pini*. Diese beiden Urheber der Rotfäule sind bei uns überall verbreitet, doch ist die Art ihres Vorkommens eine sehr mannigfaltige.

Charakter der Beschädigung. Die Zersetzung des Holzes durch *Trametes radiciperda* nimmt ihren Anfang durch die Wurzeln und kann sich im Stamminneren der Fichte bis zu einer Höhe von 10 und mehr Meter fortsetzen, bei der Kiefer erreicht sie jedoch selten die Höhe von über 1 Meter. Der Hergang der Infektion und der Verbreitung ist bei *Trametes radiciperda* noch nicht einwandfrei aufgeklärt. Der Herd der Schädigung durch *Trametes pini* kann ihren Sitz an verschiedenen Stellen des Stammes haben, bei der Kiefer und Lärche geschieht die Infektion durch Astlöcher, bei der Fichte und Tanne aber auch durch die Rinde. Die Schädigungen durch *Trametes radiciperda* haben in unseren Kiefern- und Fichtenbeständen Massencharakter, die des *Trametes pini* mehr einen Einzelcharakter.

Die Schädigung durch den „Wurzelschwamm“.

Der Anteil der durch *Trametes radiciperda* infizierten Stämme beträgt vielerorts 70—80% von der Zahl gesamter Stämme des Bestandes. Die Schädigung

beschränkt sich auf den unteren Stammteil, der materielle Verlust ist aber durch die Entwertung dieses wertvollsten Stammteils sehr beträchtlich. Im Anfangsstadium ist die Schädigung äusserlich schwer zu erkennen, im vorgeschrittenen Stadium nimmt der unterste Stammteil eine flaschenförmig verdickte Gestalt an. Auch die intensive Borkenbildung und das Verkümmern der Nadeln dienen als äusserliche Anzeichen eines pilzkranken Baumes. Die Schädigung durch *Trametes radiciperda* wird durch die Wirkung des Windes gefördert, jedoch spielen auch die Bodenverhältnisse eine grosse Rolle: auf trockenen lehmig-grandigen Moränhügeln, sowie auf flachen Fliessböden ist der Pilz stark vertreten, dagegen auf feuchten, mit beweglichem Wasser, sowie versumpften Böden fehlt er in der Regel. Am stärksten leiden die Bestände auf den besseren und schlechteren Böden, auf den mittleren aber bedeutend weniger. Besonders stark leiden die Kiefern- und Fichtenbestände auf früheren Ackerböden, im Vergleich mit den auf altem Waldboden stockenden. Als Grund wird der Nährstoffreichtum und die Verdichtung des Bodens angenommen, was ein starkes Schwanken der Bodenfeuchtigkeit verursachen soll; höchstwahrscheinlich werden auch noch andere Ursachen dazu beitragen. Die Schädigung durch den Pilz fängt gewöhnlich im Stangenholzalter an, ohne den Baum dabei zum Sterben zu bringen. Da Wurzelverletzungen die Infektion begünstigen, unterliegen auf tiefgründigen Böden die tief gehenden Wurzeln der Gefahr des Vertrocknens und werden leicht infiziert. Ebenso leicht unterliegen sie einer Infektion auf flachgründigen, kalten Böden, wo das obere Wurzelsystem an der Oberfläche fast schutzlos den Temperaturschwankungen ausgesetzt ist und daher leicht kränkelt. Alle diese Umstände erfordern die Anwendung entsprechender Bodenvorbereitungen und Kultivierungsverfahren. In künstlich verjüngten Beständen liegen die Ursachen der Pilzschädigungen oft in der Natur der Bestände, bedingt durch ihre Gründung, Pflege und den Wuchsgang.

In den Fichtenbeständen sind die Gründe der Schädigung sowohl technischer, physischer, wie auch physiologischer Natur. Die technischen Gründe umfassen die Wurzelverletzungen und das zu tiefe Pflanzen. Die physischen Gründe findet man in zu üppigem Jugendwuchs, dem späterhin ein Mangel an der nötigen Bodenfeuchtigkeit einen jähen Einhalt tut. Die physiologischen Gründe stehen mit folgendem Hergang in Zusammenhang: nach dem Schliessen der jungen Bestände verringert sich die Krone und dementsprechend auch das Wurzelsystem der Bäume und die in schlechtere Entwicklungsbedingungen versetzten Wurzeln fangen wegen Mangel an Nahrung an zu siechen. Die physischen und physiologischen Gründe versetzen die Bestände in einen biologisch krankhaften Zustand, auf deren Besserung wenig Hoffnung besteht. In den Fichten-saatkulturen gestalten sich die Zustände anders: in der Jugend sind die Bäumchen durch den Wurzelpilz wenig gefährdet, doch kann ein spätes und intensives Lichten sie später für eine Schädigung empfänglich machen. Entsprechende Untersuchungen haben erwiesen, dass in den Saatkulturen die Zahl der erkrankten Bäume im Haupt- und Nebenbestande prozentual mehr oder weniger gleich ist, in den Pflanzungen dagegen überwiegt die Zahl der kranken im Nebenbestande die des Hauptbestandes merklich. Allgemein kann angenommen werden, dass die Schädigungen durch den Wurzelpilz durch Veränderungen im Gange des laufenden Zuwachses und der Bodenverhältnisse gefördert werden.

Um gesündere Fichtenbestände zu erziehen, muss das Einbringen von Laub-

holz begünstigt, und für zeitige, mässige Pflegehebe gesorgt werden. Oft wird das Weiden als eine direkte Ursache der Begünstigung der Schädigung durch den Wurzelpilz angesehen. Die Untersuchungen haben erwiesen, dass der Pilz durch die vom Vieh verletzten oberen Wurzeln nicht eindringt. Das Treten des Weideviehs verschlechtert aber den Bodenzustand: er wird festgetreten, wird luftärmer und trockner und diese Umstände begünstigen die Tätigkeit des Pilzes.

Kirjandus.

Literatur.

- Albert, R. und Zimmermann: Besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzelerkrankung der Kiefer auf aufgeforstetem Ackerland? Z. f. F. u. Jw. 1907.
- Auksmann, Alfr.: Põllumaade metsastamisest. Eesti Mets 1931.
- Cieslar, A. und Janka, G.: Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 1902.
- Daniel, O.: Metsakaitse. Tartu 1935.
- Dietrich: Das waldbauliche Problem des Fichtenreinbestandes. Silva 1926.
- Dittmar: Dichte oder weitständige Kulturen. Z. f. F. u. Jw. 1909.
- Falk,: Neue Mitteilungen über die Rotfäule. Mitteilungen aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft. 1930.
- Frömbling, D.: Die Kiefer auf ehemaligen Ackerland. Z. f. F. u. Jw. 1906.
- Gayer, K.: Der gemischte Wald. Berlin 1886.
- Gayer, K.: Der Waldbau. IV Aufl. Berlin.
- Hartig, R.: Zur Kenntnis des Wurzelschwammes. Z. f. u. Jw. 1889.
- Havelik, K.: Kernfäule Fichte. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 1924.
- Hesz-Beck: Forstschutz. II Bd. Neudamm 1930.
- Hopfgarten: Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule. Phytopathologische Zeitschrift 1933.
- Kosenkranius, H.: Kuuse punamäda. Eesti Mets 1930.
- Köresaar, J.: Kuuse kasvu-üenemise tingimused ja sotsiaalbioloogiline seisukord Märjamaa rev.-metskonnas.
- König: Über Rotfäulebestände und deren Behandlung. Tharandter forstliches Jahrbuch 1923.
- Lepik, E.: Metsakahjulikum puumädanikud. EMA V 1931. Tartu.
- Liese, J.: Beiträge zum Kiefernbaumschwammproblem. Forstarchiv 1936.
- Mayer, K.: Die Rotfäule. Fw. Zbl. 1919.
- Möller, A.: Waldbau. Berlin 1929.
- Neger, F. W.: Beitrag zur Kenntnis des Rotfäulepilzes. Naturwissenschaftl. Z. f. Forst- u. Landwirtschaft 1917.
- Neger, F. W.: Die Krankheiten unserer Waldbäume. Stuttgart 1924.
- Priehäuszer, G.: Beitrag zur Frage der Entstehung der Fichtenrotfäule. Fw. Zbl. 1935.
- Rohmeder, E.: Die Stammfäule der Fichtenbestockung. München 1937.
- Sauer, F.: Die Rotfäule. Fw. Zbl. 1917.
- Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten III Bd. Berlin 1923.
- Wagner, C.: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen 1923.

- Wagner, C.: Lehrbuch des Forstschutzes. Berlin 1930.
- Wense, H. v. d.: Fichtenwachstum auf alten Feld- u. Waldboden der sächsischen Staatsforste. Z. f. F. u. Jw. 1929.
- Wiedemann, Prof.: Beiträge zur Kenntnis von Waldkrankheiten. Silva 1929.

A-13531