



Tartu 1995

JUUREÖKOLOOGIA
ROOT ECOLOGY

WORKSHOP ON
ROOT ECOLOGY

Abstracts

Tammi, June 12, 1995

Tammi 1995

UNIVERSITY OF TARTU
INSTITUTE OF GEOGRAPHY
INSTITUTE OF BOTANY AND ECOLOGY

WORKSHOP ON
ROOT ECOLOGY

Abstracts

Tartu, June 12, 1995

Tartu 1995

TARTU ÜLIKOOLI
GEOGRAAFIA INSTITUUT
BOTAANIKA JA ÖKOLOOGIA INSTITUUT

JUUREÖKOLOOGIA

SEMINAR

Teesid
Tartu, 12. juuni 1995

Tartu 1995

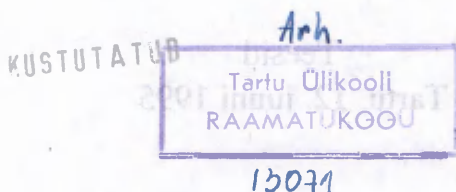
Toimetaja Krista Lõhmus

Käesoleva kogumiku väljaandmist toetasid osaliselt:

TÜ Geograafia Instituut

TÜ Botaanika ja Ökoloogia Instituut

EPMÜ Keskkonnakaitse Instituut



Tartu Ülikooli Kirjastuse trükikoda
Tiigi 78, EE2400 Tartu
Tellimus nr. 121.

SISSEJUHATUS

Viimase 15 aasta jooksul on taimede maa-aluste osade uurimisel maailmas tehtud suuri edusamme eelkõige uute meetodite kasutuselevõtu tõttu.

Üheks suuremaks avastuseks oli see, et peente juurte osatähtsus boreaalsete metsade nettoproduktioonis võib olla üle poole. Minirisotronide meetodi abil on saadud palju uut informatsiooni juuredemograafiliste protsesside kohta, millele on pühendatud ka järgmine V rahvusvaheline juurekongress, mis peetakse Georgias (USA) 1995. aasta augustis.

Käesoleva seminari eesmärgiks on:

1. Saada ülevaade, milliseid taimede maa-aluste osade ökoloogilisi uurimistöid on Eestis tehtud;
2. Tutvustada perspektiivseid uurimissuundi ja meetodeid.

Teema valikut käesoleval seminaril ei kitsendatud, korraldajaile oli oluline ainult see, et oleks käsitletud taimede maa-aluseid organeid. Vastukaja osutus meeldivalt aktiivseks ja toimekonnale laekus üle 30 ettekande väga laiaastemaa ringist.

Esitatud on mitmete taimeliikide ja -koosluste maa-aluseid osi käsitlevaid ökofüsioloogilisi ja ökomorfoloogilisi töid, juurestiku struktuuri on illustreeritud rohkete joonistega. Huvitavaid andmeid ja seisukohti on esitatud aineringet ja mudeleid käsitlevates töödes. Iseloomustatud on maa-aluste organite kahjustusi ja erinevaid mükoriisatüüpe.

Käesolev kogumik on väikeseks kokkuvõtteks, mis näitab meie juure-alase uurimistöö praegust seisut ja ka seda, millised olulised uurimissuunad on Eestis veel välja arendamata.

N, P, K, Ca SISALDUS HELOFÜÜTIDES NING SELLE SEOS TAIMEDE FENOFAASI JA TOITUMISTINGIMUSTEGA

Tiina Elvisto
Tallinna Pedagoogikakool

Aastatel 1981-82 uuriti Eestis neljas veekogus seitset hariliku pilliroo (*Phragmites australis*) ning ühes veekogus kahte järvkaisla (*Scirpus lacustris*) ning ühte ahtalehise hundinuia (*Typha angustifolia*) tsönopopulatsiooni. Uuritud kloonide kasvukohad erinesid olulisel määral nii troofsuselt kui ka edaafiliste ja hüdroloogiliste tingimuste poolest. Registreeriti uuritud kloonide nn. "maksimaalsete" ehk kõrgeimate võsude mitmed morfomeetrilised tunnused ning kloonide produktsioon, samuti määrati taimede maapealsete ja maa-aluste organite N, P, K, Ca kontsentratsioonid ja tuhasus kuivaine kohta klooni keskmisena kolmel korral vegetatsiooniperioodi jooksul: mais taimede kasvu alguses, suvel maksimaalse biomassi ajal ning sügisel peale helofüütide maapealsete võsude suremist.

Saadud tulemused kinnitavad, et N, P, K ja Ca kontsentratsioonide dünaamika helofüütide maapealsetes osades ja N, P kontsentratsioonide dünaamika risoomides sõltub taime fenofaasist, K ja Ca kontsentratsioonide käik risoomides ja juurtes taime fenofaasist ei sõltu (või on see sõltuvus nõrk). Taime tuha koosseisu kuulub terve rida keemilisi elemente, mille kontsentratsioon on erineval viisil seotud taimede fenofaasis või elemendi kättesaadavusega taimele. Sellega on seletatav taimeorganite tuhasuse dünaamika erilaadsus vegetatsiooniperioodi jooksul eri kasvukohtades ja eri aastatel.

Kõrvutades õitsemise alguse fenofaasis oleva hariliku pilliroo "maksimaalsete" võsude morfomeetrilisi näitajaid (võsu kõrgus, võsu diameeter pöörise alusel, pöörise pikkus ja laius, roheliste lehtede arv võsul, pikima lehe pikkus) taimeorganite keemiliste elementide sisaldusega ning tuginedes kirjanduse andmetele jõuti järgmiste järeldusteni:

- 1) Ca sisaldus juurtes on taimele heaks toiteelementide kättesaadavuse näitajaks;
- 2) P kontsentratsioon taimede risoomis ja maapealsetes organites korreleerub tugevalt ja positiivselt mineraalse toitumise tingimustega.

MINERAL CONTENTS IN HELOPHYTES AND THEIR RELATIONS TO THE PLANT'S STAGE OF DEVELOPMENT AND AVAILABILITY OF NUTRIENTS

The concentrations of N, P, K, Ca and ash in organs of *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris* and *Typha angustifolia* were determined and the morphological characteristics of *Phragmites australis* shoots and production

of common reed clones were measured. The dynamics of N, P, K and Ca contents in the above-ground parts of helophytes and the dynamics of N, P contents in the rhizomes depend on the plant's stage of development, the dynamics of K and Ca contents in rhizomes and roots did not depend on it. The results of the study of clones of *Phragmites australis* show that:

- 1) the concentration of Ca in roots may be an indirect indicator of the plant's capacity to take up nutrients;
- 2) the concentration of P in the reed's rhizomes and in the above-ground organs had strong and positive correlations with the conditions of the mineral nutrition of the clones.

JUUREMÄDANIKE LEVIKU PROBLEEME METSAPUUEDEL

Silja Hanso ja Märt Hanso
Eesti Metsainstituut

Metsapuid kahjustavad juuremädanikud on kõikjal üheks olulisemaks metsakaitseliseks probleemiks. Juuremädanike levikut, haigustekitajate bioloogiat ja tõrjet on seepärast ka väga kaua ja põhjalikult uuritud.

Pärast silmapaistvate Eesti metsateadlaste August Karu ja Lembit Muiste* elutööd, milles metsapuude juuremädanike uuringud täitsid olulise osa, on seda tööd Eestis jätkanud ja vastavalt tänapäevastele rahvusvahelistele uurimissuundadele ka laiendanud käesoleva kiijutise autorid. Tihedaim teaduslik koostöö on arenenud Soome Metsainstituudis töötava, tänapäeval rahvusvaheliselt ühe tuntuima metsapuude juuremädaniku uurija dr. Kari Korhosega. Selle koostöö esimesteks viljadeks on kiijutised rahvusvaheliselt refereeritavas teadusajakirjas (Korhonen jt. , 1992) ja IUFRO viimase juuremädanikele pühendatud konverentsi kogumikus (Hanso, Korhonen, Hanso 1994). Teaduskonverentsidel ja stazeerimiste ajal Soomes, Rootsis, Norras, Poolas ja Itaalias on käesoleva ettekande autorid muuhulgas tutvunud juuremädanike levikuprobleemide lahendamise seisukohalt erakordselt huvitavaid võimalusi pakkuvate molekulaargeneetiliste meetoditega. Ehkki Eestis metsandusliku uurimistöö tarbeks vastav laboratoorne sissesade puudub, oleme püüdnud meile vajalikku informatsiooni Eestis levivate juuremädanike tekitajate kohta saada sel teel, et oleme Eestist isoleerinud ning uuringuteks Soome, Rootsi ja Itaaliasse toimetanud meie kohalikke haigustekitajate tüvesid, millised esialgu vähemalt ohtlikuima juuremädaniku tekitaja - juurepessu (haigusetekitaja *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) osas - on lülitatud ka vastavasse ülemaailmsesse uuritavate tüvede panka.

Molekulaargeneetiliste uuringute abil, võrreldes Eesti, Soome ja USA juurepessutüvesid kohalike tüvedega, täpsustati Itaalias uue

juurepessutüübi (nn. F-tüüp) asendit ning tehti olulisi järeldusi liigi evolutsiooniprotsesside kohta (La Porta jt. 1994).

Viimasel jääajal "talvitus" harilik kuusk (*Picea abies* (L.) Karst.) Euroopas teatavasti kahe "saarena" - vastavalt praeguse Moskva oblasti ja Karpaatide piirkonnas. Huvitav on märkida, et Skandinaavia poolsaarele levis kuusk jääaja lõppemisel mitte üle Taani väinade, vaid Soome kaudu ümber Botnia lahe. Ka Eesti jäi sellele, võib-olla isegi aastatuhandeid kestnud liikumise teele. Oma "lemmikpuuliiki" - kuuske, on kogu selle aja saatnud ka juurepess. Seene molekulaargeneetiline uurimine tänapäeval selle kunagise teekonna täpsustamist vajaval trassil annab tohutu väärtusega informatsiooni ka hariliku kuuse evolutsiooni, liigiprobleemide jms. paremaks mõistmiseks.

Ka juurepessu männivormi (nn. P-tüüp) teke ja evolutsioon on selles laias uurimisprogrammis ning uurimismaterjali hulgas on jällegi ka Eestist isoleeritud tüved.

Põleseene (*Rhizina undulata* Fr.) on teine okaspuude juuremädaniku tekitaja, mille leviku- ja tõrjeprobleemide uurimisega on meil viimaste aastate suurte metsatulekahjude järel Eestis tegeleda tulnud. Nimetatud kottseene ökoloogia ning parasiitne eluviis okaspuude juurtel põlengujärgses metsas annab uue aspekti juuremädanike leviku ja kahjustuse etioloogia ning arengu paremaks mõistmiseks.

Külmaseene (*Armillaria mellea* s. l.) raames tuntakse tänapäeval mitmeid uusi liike, mille eristamise ning leviku urimine omab lisaks mükoflooristilisele ka puhtpraktilist metsakaitsealist tähtsust. Nimelt on mõned uued liigid saprotroofse, mõned aga parasiitse eluviisiga. Liikide eristamise oskus külmaseene esinemise korral võimaldab seega hinnata ohtu metsale ning aegsasti planeerida vajalikke metsakaitseabinõud. Külmaseene kahjustused arvatakse olevat nii meil kui naabermaades (eriti Rootsis) viimasel paaril aastal tunduvalt lisandunud. Selle põhjuseid, niisamuti kui fluktuatsioonide üldisi põhjuseid erinevate juuremädanike esinemise ning kahjustuse vahekorras seni ei tunta - just nimelt haiguste varjatud ning kroonilisest iseloomust tulenevate raskuste tõttu uurimistöös.

Eesti Metsainstituudis tehtavate looduslike, juurepessu suhtes antagonistlike organismide otsingute tulemused on leidnud tutvustamist muuhulgas ka rahvusvahelisel Põhjala metsapatoloogia konverentsil (Hanso, 1993). Uuringute rakenduslikuks eesmärgiks on arusaadavalt olnud juuremädanike leviku tõkestamise biotõrjelistel võimalustel selgitamine.

Kirjandus:

Hanso, S., 1993. Natural antagonists to *Heterobasidion annosum*. In: Jalkanen, R., Aalto, R., Lahti, M.-L. (ed.-s). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August, 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja, 451, p. 162-166.

Hanso, S., Korhonen, K., Hanso, M., 1994. Attack of spruce and pine by S and P groups of *Heterobasidion annosum* on forest and former agricultural soils in Estonia. In: Johansson, M., Stenlid, J. (ed.-s).

Proceedings of the Eight International Conference on Root and Butt Rots, Sweden and Finland, Aug. 9-16, 1993, p. 254-259.

Korhonen, K., Bobko, I., Hanso, S., Piri, T., Vasiliauskas, A., 1992. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum* in some spruce and pine stands in Byelorussia, Lithuania and Estonia. European Journal of Forest Pathology, V. 22, p. 384-391.

La Porta, N., Carpetti, P., Kammiovirta, K., Korhonen, K., Karjalainen, R., 1994. Genetic variation in F-group isolates of *Heterobasidion annosum* occurring in Italy. In: Johansson, M., Stenlid, J. (ed. -s). Proceedings of the Eight International Conference on Root and Butt Rots, Sweden and Finland, Aug. 9-16, 1993, p. 233-242.

* - käesolev kirjutus ja ettekanne on pühendatud Lembit Muiste (23. 4. 1921 - 10. 11. 1994) mälestusele.

DISTRIBUTION OF ROOT ROTS ON FOREST TREES

In the presentation the research of root rot diseases of forest trees and their agents in Estonia is discussed from the viewpoints of the main tendencies of the current research of the problem in the whole world. The special reference is given to the problems of the distribution of types of *Heterobasidion annosum* and to the search of natural antagonists of the fungus as a possible source of control of the spread of the disease. Other diseases are discussed fugitively.

RABAMURAKA (*RUBUS CHAMAEMORUS*) IDANDITE JA JUUVENIILIDE JUURESTIKU ARENG ESIMISE VEGETATSIOONIPERIOODI LÕPUKS

Mare Hirtentreu ja Ülle Reier
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Rubus chamaemorus L. on hästi arenenud risoomisüsteemiga püsik, mis peamiselt uueneb vegetatiivselt. Generatiivse paljunemine on looduses harvaesinev. Generatiivne faas saabub ka sel puhul alles peale paljudest rametitest koosneva klooni ja ulatusliku risoomisüsteemi moodustumist.

1982.aastal idandati stratifitseeritud seemneid, mis olid korjatud Eestist Põlva maakonnast Meelvast 1981 a., Põhja-Karjalast Kemi rajoonist Shombast 1979.a. ja Murmanski oblastist Seitsme Saare Looduskaitsealalt Harlovi saarelt 1980.a. (Pukk 1982).

Idulehtede iga ja seega idandi faas on laboratoorses tingimustes 10 nädalat, looduslikes tingimustes võivad idulehed säilida ka esimese vegetatsiooniperioodi lõpuni.

Maa-aluse osa kasv ja areng on alguses aeglane. Kahenädalase idandi peajuure pikkus on 10 mm. Esimesed lisajuured ilmuvad 5-nädalastel idanditel, 7-nädalastel idanditel on olemas teise astme lisajuured. Esimeste risoomipungade olemasolu registreeriti 9-nädalastel idanditel-juveniilidel, kuigi on andmeid ka 4-5-nädala vanustel taimedel risoomipungade esinemise kohta (Rantala 1976). Surevus on kõige suurem esimestel nädalatel peale idanemist, kui toitainevarud seemnest on ammendatud ja taim läheb üle iseseisvale toitumisele. Maa-alune osa hakkab intesiivselt arenema peale nelja juveniilse lehe formeerumist (kümnenadal kasvunädalal), selleks ajaks (kaheksandaks nädalaks) on lõppenud ka peajuure eksponentsiaalse kasvu faas. Järgnevate kuude jooksul kasvavad risoomid, peajuur sureb, maapealse biomassi osatähtsus võrreldes maa-aluste organite biomassiga hakkab langema ja moodustab esimese vegetatsiooniperioodi lõpuks kuni 40% (ka Rantala 1976 andmetel).

Taimed, mis pole jõudnud esimese vegetatsiooniperioodi lõpuks risoomisüsteemi moodustada, hukkuvad järgmise aasta kevadeks. Kõik looduslikes tingimustes turbasamblal kasvanud 117 idandit surid teise aasta kevadeks (Reier, Pukk 1983). Siinjuures on suur tähtsus idanemissubstraadil. Kui idanemine toimub turbasambla ülemises kihis, on hukkumise tõenäosus suurem kui idanemisel samblata turbapinnal (Reier 1979).

Kirjandus:

Pukk (Hirtentreu) M. 1982. Rabamuraka (*Rubus chamaemorus* L.) seemnelisest paljunemisest. Tartu. (Manuscript in Tartu University.)

Rantala E.-M. 1976. Sexual reproduction in the cloudberry. Ann. Agric. Fenn. 15: 295-303.

Reier Ü. 1979. Rabamuraka kohasusest turbasamalde poolt loodud keskkonnale. In: Oja, T. Kohanemine ja kohastumine eluslooduses, pp. 21-25, Tartu.

Reier Ü., Pukk (Hirtentreu) M. 1983. Some notes about the germination biology of *Rubus chamaemorus* L. In: Pobedov, V.S. (ed.) Resursy dikorastushchikh plodovo-yagodnykh rastenii, ikh ratsionalnoe ispolzovanie i organizatsia plantatsionnogo vyrashchivania knozyaistvenno-tsennykh vidov v svete resheniya prodovolstvennoi programmy SSSR, pp.32-33, Gomel(in Russian).

THE DEVELOPMENT OF BELOW-GROUND ORGANS OF *RUBUS CHAMAEMORUS* DURING THE FIRST YEAR AFTER GERMINATION

Cloudberry *Rubus chamaemorus* L. spreads mainly by rhizomes, sexual reproduction is of minor importance.

In 1982 stratified seeds of *R. chamaemorus* from Estonia (Põlva district, Meelva, collected in 1981), Russian Karelia (Kemi distr., Shomba, coll.:1979) and the Murmansk district (Harlov island, coll.: 1980) were

used in germination experiments (Pukk 1982).

It is considered that the seedlings of cloudberry grow and develop slowly. The highest mortality of the seedlings was noted before the first juvenile leaf was formed (the first 2 weeks).

The first rhizomes appeared in the 9th week after germination. Before that the exponential growth of the main root has stopped.

It is considered that the plants that have not formed rhizomes until the end of the first vegetation period do not survive the second spring.

The reproduction by seeds is very occasional in natural conditions. All of the 117 seedlings found in nature did not survive until the second spring that is partly due to the sphagnum substrate they were germinating on (the upper layer of it is very poor of nutrients).

ROHTTAIMEKOOSLUSTE JA OKASPUUJUURTE ENERGIASISALDUSEST

Mari Ivask
EPMÜ Keskkonnakaitse Instituut

Kalorsus on aine massiühiku energiasisaldus, mis täpselt ja hästi iseloomustab uuritavat materjali. Fütomassi kalorsus on tema kvaliteedinäitaja. Kalorsuse väärtuste muutuste põhjal võib teha järeldusi ka fütomassi keemilise koostise muutuste kohta. Taimekudede absoluutkuiva tuhavaba massi kalorsus võib varieeruda vahemikus 17...25 kJ g⁻¹, üksikutel juhtudel kuni 40 kJ·g⁻¹. Kalorsuse väärtus sõltub madalenergeetiliste (süivesikud, tselluloos) ja kõrgeenergeetiliste ühendite (rasvad, vaigud, ligniin) vahekorras taimekoos.

Rohttaimekoosluste juurte kalorsuse uuringud on läbi viidud aastatel 1992...1993 Poriõe valglas välja ehitatud nõlvatranssektidel, mis läbivad põllumajanduslikke kõlvikuid, kultuur- ja looduslikke kooslusi kuni jõgedeni. Siin esitatud kalorsused on mõõdetud koosluse dominantliikide õitsemise perioodil, mil koosluse fütomass on maksimaalne; arvestamata on rohukoosluste kalorsuse sisseõitsemise aspekt. Kõik kalorsused on esitatud arvestatuna absoluutkuiva tuhavaba massi kohta.

Analüüsitud materjali põhjal võib järeldada järgmist:

1. Rohukoosluse juuremassi kalorsus on piirides 16,72...19,18 kJ·g⁻¹. Madalaima juurekalorsusega kooslused olid naadikooslus liigniiskes lammisoos (16,72 kJ·g⁻¹) ja liigniiske tarnasoo servakooslus, milles domineeris kerahein (16,73 kJ·g⁻¹). Kõrgeim juurte kalorsus leiti uhtvalli tarnakoosluses (19,18 kJ·g⁻¹) ja lammiveerul kasvavas looduslikus kõrrelistekoosluses (19,10 kJ·g⁻¹). Juuremassi kalorsus on reeglina veidi kõrgem kui sama koosluse maapealse fütomassi kalorsus, viimane moodustab keskmiselt 96% (92%...105%) maa-aluse fütomassi kalorsuses; meie poolt uuritud 19 rohukoosluses vaid kahes

oli maapealse fütomassi kalorsus minimaalselt kõrgem kui juuremassi kalorsus (rukkipõld, põlluserv põldohakaga).

2. Rohukoosluste juuremassi kalorsus korreleerub negatiivselt maapealse fütomassi produktsooniga;

3. Rohukoosluste juuremassi kalorsus varieerub üsna kitsastes piirides, kuna rohhtaime kudedes on vähe kõrge kalorsusega ühendeid.

Varasematel aastatel Tartu Ülikooli Vooremaa Ökoloogiajaamas kogutud andmed hariliku kuuse juurte kalorsuse kohta näitavad, et okaspuu juurte kalorsus on tunduvalt kõrgem ja varieerub laiemates piirides, see tuleneb puidukudede keemilisest koostisest, kuna need sisaldavad tunduvalt rohkem kaloririkkaid ühendeid.

Materjali põhjal võib teha järgmised järeldused:

1. Okaspuu puitunud juurte kalorsus varieerub piirides 18,45...25,53 kJ-g-1; olulisim on sessoonne varieeruvus, kusjuures kõrgeimad kalorsuse väärtused leiti juulikuus. Kasvujuurte kalorsus on madal - keskmiselt 18,50 kJ-g-1 ning tõuseb vastavalt juure puitumisele.

2. Okaspuu juurepuidu kalorsus on kõrgem kui tüve- ja oksapuidu kalorsus; juure puidu kalorsus on kõrgem kui sama juure koore kalorsus.

Rohhtaimekoosluste ja okaspuude juurte kalorsus on erineva väärtusega, kuid mõlemal juhul määravad selle väärtuse ühendid, mida on taimekudede koostises kõige enam, n.o. tugi- ja varufunktsiooniga ühendid. Rohhtaime kudedes on valdavad madalama kalorsusega ühendid: suhkrud, tärklis, tselluloos, okaspuude juurte kudedes ligniin ja lipiidid, mille ühikkalorsus on väga suur.

Juurte, nagu ka kõigi teiste taimeorganite kalorsust ei saa vaadelda muutumatu suurusena. Kalorsus muutub sõltuvalt taime kasvust ja arengust ning ökoloogilistest teguritest. Okaspuude kalorsuse sessoonne dünaamika on heas vastavuses kirjanduses avaldatud andmetega ühendite liikumise kohta puu eri organite vahel sõltuvalt kasvu- ja arenguprotsessidest ning aastaajast. Rohukoosluste juuremassi kalorsuse negatiivne korrelatsioon fütomassi produktsooniga viitab samuti seaduspärale: sõltuvalt ökoloogilistest tingimustest kasvatab taim suurema massi, kuid see toimub madalakaloriliste ainete arvel; kui mass on väiksem, sünteesitakse enam kõrgema kalorsusega aineid.

Rohhtaimekoosluste ja okaspuude juurte kalorsuse võrdlemisel ilmneb, et oluliselt erineb kalorsuse väärtus. Siiski on ka mõned üldised seaduspärasused: nii rohhtaime kui okaspuude juurte kalorsus on kõrgem kui maapealsete osade kalorsus; mõlemal juhul määrab kalorsuse tegeliku väärtuse juurekudede keemiline koostis ja kõrge ühikkalorsusega ainete hulk.

CALORICITY OF ROOTS OF HERB COMMUNITIES AND CONIFERS

Caloricity of herb communities was studied in transects of Porijõe River catchment area. The highest caloricity was found in dry natural grassland, the lowest in wet meadow. The caloricity of roots is higher as the caloricity of shoots at the maximal phytomass period and is negatively correlated with the production of shoot phytomass. The variability of caloricity of root tissues is greater in conifers. The caloricity of roots is higher than that of aboveground parts both in conifers and in herb communities, it depends on the proportion between low- and high-energy components in a tissue.

JUURTE FÜTOMASSI PRODUKTSIOON JA S/R SUHE LOODUSLIKEL JA KULTUURROHUMAADEL

Mari Ivask
EPMÜ Keskkonnakaitse Instituut
Valdo Kuusemets
Tartu Ökoinsenerikeskus

Taimede ja taimekoosluste elus on maa-alusel osal vähemalt sama suur tähtsus kui maapealsel: juuresüsteem on keeruline maa-alune vegetatiivne organ, mis kindlustab taime seose muldkeskkonnaga, täidab mehhaanilist, neelavat, sünteesivat, jagavat, reguleerivat ja varufunktsiooni, ja koosneb tervest hulgast erinevatest juurtest.

Taime maa-aluse osa eripära määravad ökoloogilised ja bioloogilised tegurid, eelkõige seotus ühtede või teiste pinnase- ja hüdroloogiliste tingimustega, samuti vastupidavus konkurentsile teiste liikidega ruumi, toitainete, niiskuse ja õhu pärast. Koosluste vaheldumine teostub sageli taimede maa-aluse osa iseärasuste kaudu. Mitmeaastaste rohumaade mullas areneb aastatega suur kogus juuremassi, selle hulk sõltub rohumaade botaanilisest koostisest, selle arengu kestusest, kasutamise viisidest. Juurte ehituse ja leviku mullas määravad: rohumaakoosluse liigiline koostis, mullatüüp, niiskuse ja toitelementide hulk, konkurentsisuhted.

Aastatel 1992...1994 oleme Porijõe valgla mõõtnud rohukoosluste maapealset ja maa-alust fütoproduktiooni dominantliigi õitsemise perioodil, kui fütomass on maksimaalne. Aineriinge detailseks tundmaõppimiseks on valgla välja ehitatud nõlvatranssektid, mis läbivad põllumajanduslikke kõlvikuid, kultuur- ja looduslikke kooslusi kuni jõgedeni. Rohukoosluste produktiooniuringud hõlmavad Porijõe transekti (põld, kultuurrohumaad, liigniiske soostunud lamminiit angervaksa- ja naadikooslustega), Tatra oja transekti (põld, looduslik rohumaad, kultuurrohumaad, tarnasoo, allikasoo), Sipe oja transekti (põld, looduslik

lamm angervaksa- ja kõrvenõgesekooslusega) ning Viiratsi prooviala, kus põld, kõrvenõgese- ja angervaksakooslus on tugevalt mõjutatud seakombinaadist lähtuva lägareostuse poolt. Võrdluseks oleme kasutanud ka andmeid Põlva Majanditevahelise Seakombinaadi väduvihmutusobjektile tehtud uurimusest aastatel 1989...1992.

Vaatlusaastate töö põhjal oleme teinud järelused:

1. Rohhtaimekoosluse maapealse ja maa-aluse fütomassi hulk sõltub koosluse botaanilisest koostisest: kõige suurem taimemass 1 m^2 -l mõõdeti tarnasoos ($4,52 \text{ kg kuivainet/m}^2$) ja angervaksakoosluses ($3,60 \text{ kg kuivainet/m}^2$), kõige väiksem looduslikul heinamaal ($0,82 \text{ kg kuivainet/m}^2$) ja allikasoo ($1,11 \text{ kg kuivainet/m}^2$);

2. Eri aastatel on koosluse maksimaalne fütomass erinev. Kõige suuremad fütomassid mõõtsime 1992.aastal (soodsad ilmastikutingimused + transektide ülemistes osades asuvate põldude väetamise mõju), järgmistel aastatel olid kogused tunduvalt väiksemad. Seejuures on koosluse kogu fütomassi (S+R) erinevused eri vaatlusaastate vahel oluliselt väiksemad kui maapealse (S) ja maa-aluse (R) fütomassi erinevused eraldivõetuna;

3. Rohukoosluse maapealse ja maa-aluse fütomassi suhe S/R muutub laiades piirides, sõltuvalt koosluse botaanilisest koosseisust ja ökoloogilistest tingimustest; ka eri aastatel on suhte väärtus erinev. Sõltuvalt suhte S/R väärtusest võib meie poolt vaadeldavad rohukooslused jagada järgmiselt:

- S/R $0,2...0,4$ - looduslikud rohukooslused toitainetevaesel liigkuival või -niiskel kasvukohal. Siia kuuluvad Tatra oja transekti looduslik kõrrelistekooslus lammiveerul, tarnastik uhtvallil, allikasoo kooslus.

- S/R $0,5...0,8$ - kultuurheinamaadega piirnevad looduslikud rohumaad, kultuurrohumaad põuasel (1994) suvel, söötijäetud rukkipõld;

- S/R $1...2$ - kultuurrohumaad normaalsel suvel;

- S/R $2...4$ - looduslikud rohukooslused lägareostuse tingimustes, väduga vihmutatav kultuurrohumaad;

- S/R > 4 - angervaksakooslus Porijõe transektil, piisava niiskuse ja lämmastiku olemasolul on suhe eri aastatel keskmiselt $5...8$, ka suurem.

Kirjanduse andmeil (Deinum 1966) väljendab suhe S/R kaudselt suhet C/N: juure kasv on määratud suuresti süsivesikutetagavaraga, võsu kasv vee- ja biogeenidetagavaraga. Biomassi jaotumine võsu ja juure vahel on suunatud suhte C/N säilitamisele taimes, nii säilitatakse tasakaal vee absorptsiooni ja fotosünteesi vahel. Järelikult, taimekooslused reageerivad keskkonnatingimuste varieeruvusele muutustega oma maapealsete ja maa-aluste osade suuruses.

Kirjandus:

Deinum B. 1966. Climate, nitrogen and grass. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, 66-11:p.1-92.

ROOT PHYTOMASS PRODUCTION AND S/R RATIO IN NATURAL AND CULTIVATED GRASSLANDS

The phytomass of roots was studied in natural and cultivated grasslands in transects of the Porijõgi River catchment area. The production is variable in different plant communities and years. The shoot/root ratio in herb communities depends on their botanical composition and ecological conditions; the ratio is determined between 0,2 (natural grassland) and 8 (wet meadow). The distribution of phytomass between shoots and roots is related to the variation of environmental factors.

KARTULIMUGULATE MÄRGMÄDANIKUKINDLUSE HINDAMINE

Mati Koppel
Jõgeva Sordiaretuse Instituut

Kartulimugulaid kahjustavad kasvuperioodil ja säilitamisel mitmed haigused. Üheks ohtlikumaks nende hulgast on mugulamärgmädanik, mille peamine haigustekitaja on bakter *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye. Mädanevaid mugulaid võib täheldada juba ülesvõtul ning ebasoodsates säilitustingimustes võib kogu mugulasaak hävida. Märgmädanikus mugulad muutuvad kiiresti pehmeks, puderjaks, sageli halvasti lõhnavaks massiks, kus mäda kude on tavaliselt tumeda äärega tervest eraldatud.

Kõige lihtsam ja odavam võte taimehaiguste vältimisel on haiguskindlate sortide kasvatamine. Aretustöös vajalikuks sortide haiguskindluse hindamiseks kasutatakse sageli kunstlikke nakatusmeetodeid, kuna looduslik nakkusfoon ei ole alati sortidevaheliste erinevuste väljaselgitamiseks piisav.

Kartulisortide mugulate märgmädanikukindluse hindamiseks kasutatakse mitmeid erinevaid meetodeid. Nakatatakse mugulatükke, mugulalõike ning vigastatud või terveid mugulaid, mida järgnevalt inkubeeritakse aeroobsetes või anaeroobsetes tingimustes. Mitmed uurijad on aga leidnud, et kunstliku nakatamisega hinnatud haiguskindluse tulemused ei vasta alati uuritud sortide mugulate mädanemisele praktikas.

Nakatuskatsete korrektseks rajamiseks, samuti ka märgmädaniku tõrjeks ja vältimiseks on oluline teada kuidas bakterid kartulimugulaid nakatavad ja millised kaitsereaktsioonid toimuvad nakatunud mugulas.

Bakterite mugulasse tungimine. Bakterid kanduvad edasi peamiselt saastunud seemnemugulatega, kuid võivad esineda ka mullas. Terve kartulimugula koort ei ole bakterid võimelised nakatama; mugulaisse tungivad nad lõvede, vigastuste, haavade, lõhede või silmade kaudu. Mädanevast emamugulast võivad bakterid kanduda stooloni juhtkimpe pidi

noortes mugultesse. *Erwinia* on fakultatiivne anaeroob, kelle elutegevuseks on vajalik vee olemasolu. Bakternakkusele vastuvõtlikud märjad, vigastatud ja ebapiisavalt õhustatud mugulad, milles on takistatud kaitsereaktsioonid ja aeglustatud vigastuste paranemine, teiselt poolt aga soodustatud bakterite elutegevus.

Bakterite nakatusmehhanism. Bakterite pektiin- ja peктаatlaasid lagundavad mugulakoos kesklamellide ja rakuseinte pektiinainet, mille tagajärjel rakud eralduvad üksteisest, kaotavad turgori ja surevad.

Mugulate kaitsemehhanismid. Kartulimugulate märgmädanikukindlust mõjutavad paljud kasvuajal, ülesvõtul ja säilitamisel mõjuvad keskkonna ja agrotehnilised tingimused. Preinfektsioonised kaitsemehhanismid on mugulas olemas sõltumata nakkusest. Bakterite mugulatesse tungimise määravad lõvede suurus, struktuur, diafragma avanemise kiirus mugulate märgumisel, moodustuvate täiterakkude suurus ning suberiniseerumise kiirus. Väikesed täiterakud paiknevad tihedalt üksteise kõrval ja bakterite liikumine rakuvaheruumides on takistatud. Rakuseinte ja kesklamellide pektiinisaldus ja struktuur määravad nende ensümaatilise lagundamise kiiruse. Ca ja Mg sildade abil seotud esterifitseerunud pektiinketid muudavad kesklamelli füüsiliselt tugevamaks ja bakteritele raskemini lagundatavaks. Olulise tähtsusega on ka mugulate vastupanuvõime vigastustele.

Aeroobsetes tingimustes toimuvate postinfektsioonsete kaitsereaktsioonide tulemusel sünteesitakse nakatunud mugulais keemilisi ühendeid, mille akumulierumisel moodustuvad mugulais füüsilised ja keemilised antibakteriaalsed barjäärid. Märgmädanikukindlus on seotud ensüüm fenüülalaniinammooniumlääsi (PAL) aktiivsusega. PAL osalusel sünteesitakse mugulais fenoolhapped (klorogeen, kohvi ja feerulahape), glükoalkaloide (rishiitiin, fütuberiin), flavonoidid ja isoflavonoidid. Loetletud ühendid pörsivad bakterite elutegevust, kõrge kontsentratsioonil võivad isegi letaalselt. Oluline on kaitsainete sünteesi kiirus ja kogus. Märgmädanikukindlus sõltub ka haavade suberiniseerumise ja haavaperidermi moodustumise kiirusest, mis määrab kui kaua aega on vigastused vastuvõtlikud bakterite sissetungile.

Kartulisortide märgmädanikukindluse hindamine Jõgeva Sordiarituse Instituudis. Viimasel kümnel aastal on Jõgeva kartulisortide mugulate märgmädanikukindluse hindamiseks kasutatud kuut erinevat nakatusmeetodit.

Viie nakatusmeetodi detailsel võrdlemisel aastatel 1989-92. näidati, et võrreldes teiste sortidega nakatub uuritav sort ühe nakatusmeetodi korral tugevamalt kui teiste meetodite korral. Sellest tingituna on vahed sortide märgmädanikukindluses ühtede nakatusmeetodite korral suuremad, teiste korral väiksemad või muutub sortide järjestus isegi vastupidiseks. Ebavõrdne nakatumine eri meetodite korral tuleneb asjaolust, et meetodid ei hinda märgmädanikukindlust tervikuna, vaid ainult kindlat resistentsusmehhanismi või mehhanismide kompleksi. Üksikud resistentsusmehhanismid on samal sordil aga erineva tugevusega. Seega ei saa ühe nakatusmeetodi andmete põhjal iseloomustada sordi märgmädanikukindlust tervikuna, vaid tulemused kehtivad ainult katsetingimustele lähedaste paktiliste tingimuste kohta. Kartulisordi märgmädanikukindluse täielikuks iseloomustamiseks tuleks kasutada mitut

hindamismeetodid koos.

Järgnevatel aastatel on valitud sellised nakatusmeetodid mille kooskasutamisel, oleks arvestatud olulisemad märgmädaniku leviku ja lööbimise momendid ja ning hinnatud tähtsamad mugulate märgmädanikukindlust tagavad resistentsusmehhanismid.

1. Tervete mugulate nakatamine neisse bakterite infiltreerimisega negatiivsel rõhul järgneva inkubeerimisega anaeroobsetes tingimustes. Meetod hindab mugulapinnal toimivaid bakterite sissetungi takistavaid mehhanisme ning mõõdab mugulakoe sobivust bakterite söödabaasiks ning kirjeldab märjas mullas või säilitamisel ummuksisse jäänud mugulate haiguskindlust.

2. Mugulalõikude nakatamine järgneva inkubeerimisega aeroobsetes tingimustes. Meetod hindab eelkõige mugulakoes toimuvate füsioloogiliste ja biokeemiliste kaitsereaktsioonide efektiivsust ning kirjeldab vigastatud mugulate haiguskindlust.

3. Mugulatest väljalõigatud idupistikute nakatamine. Meetod iseloomustab vananevate seemnemugulate struktuurset ja biokeemilist lagunemist ning hindab noorte mugulate bakteritega nakatumise riski.

Meetodite kooskasutamisest saadud tulemuste põhjal on viimastel aastatel iseloomustatud "Sordilehes" olevate kartulisortide ja perspektiivsete aretiste märgmädanikukindlust erinevatel viljelemise etappidel.

ASSESSING POTATO TUBERS FOR RESISTANCE TO BACTERIAL SOFT ROT

Soft rot, caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, is one of the most important diseases of potato tubers. Rotting is influenced by many environmental and cultural factors during growth, harvesting and storage that may affect resistance. Resistance to infection and rotting is due to a combination of factors, and pathogeneity is the result of several factor interacting with each other. Screening for resistance to soft rot has some methodological problems: many techniques have been used to evaluate resistance to soft rot, but rank orders do not reflect the behaviour of varieties in practical conditions. No single method is appropriate for measuring soft rot resistance, for each approximates to a different set of storage and handling conditions. The ranking of varieties differed in different methods, because of unequal efficiency of assessed resistance mechanisms. It is suggested that several methods be used to derive a composite picture for each test variety. Methods were selected to assess more essential resistance mechanisms in potato tubers to soft rot at more important circumstances of spreading and eruption of disease.

MULLA TIHEDUSE MÕJUST TERAVILJA JUUREKAVA ALGARENNGULE

Jaan Kuht

EPMÜ Maaviljeluse ja Taimesaaduste Tehnoloogia Instituut

Kultuurtaimede kõrge saagikuse eelduseks on korralikult väljaarenenud juurestik. Vastasel korral on häiritud taimede vee ja toitainete omastamise võime ning väheneb vastupanu ebasoodsatele ilmastikuoludele. Eriti selgelt avaldub see siis, kui ilmastik on soodustanud maapealse vegetatiivse massi lopsakat kasvu ja järgneb pikem põua periood.

Taimede juurekava moodustub nii sisemiste (geneetiliste) kui ka väliste faktorite mõjul. Geneetiliselt on kinnistunud taimeliigile omased juurestiku iseärasused, aga ka vastuvõtlikkus keskkonna mõjuritele. Välistest faktoritest on kesksel kohal seemnete idanemise ja taimejuurte väljaarenemise ajal valitsev vee- õhu- ja toiterežiim. Need tingimused on taimedele soodsad parasniisketes, hästi haritud ning kõrge huumusesisaldusega struktuursetes muldades. Raskusi tekitab aga soodsa tingimuste loomine kiiresti tihenevates ja suure tasakaalulise lasuvustihedusega muldades, mis on reeglina ka harimis- ja tallamisõrnad. Raskete põllutöömashinade poolt tihedaks tallatud ja seetõttu lõhustunud struktuuriga mullad (eriti pöördribadel ja põldude otstes) on kujunenud omaette ökoloogiliseks probleemiks.

Teraviljade jaoks võib lugeda optimaalseks mulla lasuvustiheduseks 1,2...1,4 g/cm³. Sellest tihedamas keskkonnas takistab juurte levikut halb õhustatus ja mehhaaniline vastupanu. Tihedas mullas on taimejuured suutelised normaalselt levima vaid lõhedes, pragudes ja eelkultuuri poolt jäetud juurekäikudes.

Aastatel 1991...1994 korraldatud katsetes põllumajandusmasinate käiguosaga tallamise mõju uurimiseks põllukultuuride saagile ja mulla omadustele selgus, et mida suurem on mulla tihendus, seda suurem on mulla mitmete füüsikaliste parameetrite - kõvaduse (tab.1), lasuvustiheduse ja poorsuse heterogeensus tavaliste harimisvõtete (hõlmkünd, pindmised harimised) kasutamisel. Pealegi avaldus see suhteliselt väikesel territooriumil, sest tabelis 1 toodud näitajad on 2 m pikkuse külvirea iga 10 cm järel võetud proovide keskmised.

Mullaomaduste suur kõikumine tallatud variantides lõi varieeruvad tingimused odrataimede juurte algarenemiseks. Et ühele osale taimedest oli see soodne, teisele aga mitte, siis toimus ebaühtlane tärkamine ja moodustus ebaühtlane taimekate. Normaalseks taimejuurte arenguks peab vee kõrval olema ka küllaldaselt õhku. Lõhustunud struktuuriga ületihendatud ja kiiresti tihenevates muldades võib esineda õhupuudus.

Tabel 1. Mulla künnikihi kõvadus (kg/cm^2) ja selle heterogeensus (%) odra kahe lehe faasis 1991.a.

Table 1. Solidity of ploughing layer (kg/cm^2) and heterogeneity (%) in sprouting phase of spring barley in 1991

Näitaja Characteristics	Tihendamata Not thickened	Tihendatud traktori K-700 ülesõiduga põllust Thickened by the tractor (K-700) sprouting wheels		
		2 korda 2 times	4 korda 4 times	5 korda 5 times
Kõvadus Solidity	16,6	17,2	17,9	18,2
Heterogeensus Heterogeneity	18,1	23,5	34,4	41,8

Katsetes odra külvil mullaharimise, väetamise ja külvi kombineeritud agregaadiga selgus, et külvireavahede harimine 8...10 cm sügavuselt väetisekülviku piide poolt tõstis, võrreldes tavalise külvitehnoloogiaga, kahe katseaasta keskmisena odra põldtärkamist 11,1%, produktiivvõrsumist 11,1% ja terasaaki 11,2% võrra. Sealjuures väetati kõikjal hajuskülvis. Mulla lasuvustihedus seemneridade all tõusis mõlemas katsevariandis juba võrsumise faasis üle optimaalse, ulatudes $1,47 \text{ g/cm}^3$. Ridade vahel aga säilis nende külviaegse kobestamise korral lasuvustihedus optimaalsetes piirides - $1,37 \text{ g/cm}^3$. Nähtub, et külviridade vahel kuni 10 cm sügavuselt töötavad väetisepiid avaldavad külvialusele mullakihile positiivset mõju, moodustades külviridade kõrvale kobestatud "õhukanalid". Nende kaudu pääseb atmosfääriõhk ka mulla tihenunud ossa, reguleerides vee- ja õhurežiimi taimedele soodsas suunas, parandades sellega odrataimede toitumistingimusi, vaatamata sellele, et vahetult seemnerea all oli muld ülemäära tihe.

Järeldub, et tingimused taimejuurte arenguks peavad olema soodsad vähemalt kuni võrsumisfaasi lõpuni, s.o. kogu juurekava põhimassi moodustumise perioodil. Edasine mulla tihenemine teravilja saagikust enam oluliselt ei mõjuta.

EFFECT OF SOIL BULK DENSITY ON ROOT SYSTEM DEVELOPMENT OF GRAIN CROP

The following can be expressed on the basis of experimental data. Soil bulk density influences development of plant roots. In the soils that are suffering from the after-effect of treatment and are rapidly thickening, the development of plant roots is decelerated. The reason for this is mechanical impediment of soil to the spread of roots and soil aeration.

Due to conventional soil tillage such soils are heterogeneous in their

bulk density. That is why the vegetative cover turns out not to be uniform. The homogeneity can be improved by the use of combine seed-drill in the sowing of cereals. This machine creates mellowed areas (5-6 cm in width, at the depth up to 8-10 cm) between the rows which improves the spread of plant roots.

KLONAALSETE TAIMEDE VEGETATIIVSE LIIKUVUSE UURIMISE PROJEKT

Kalevi Kull
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

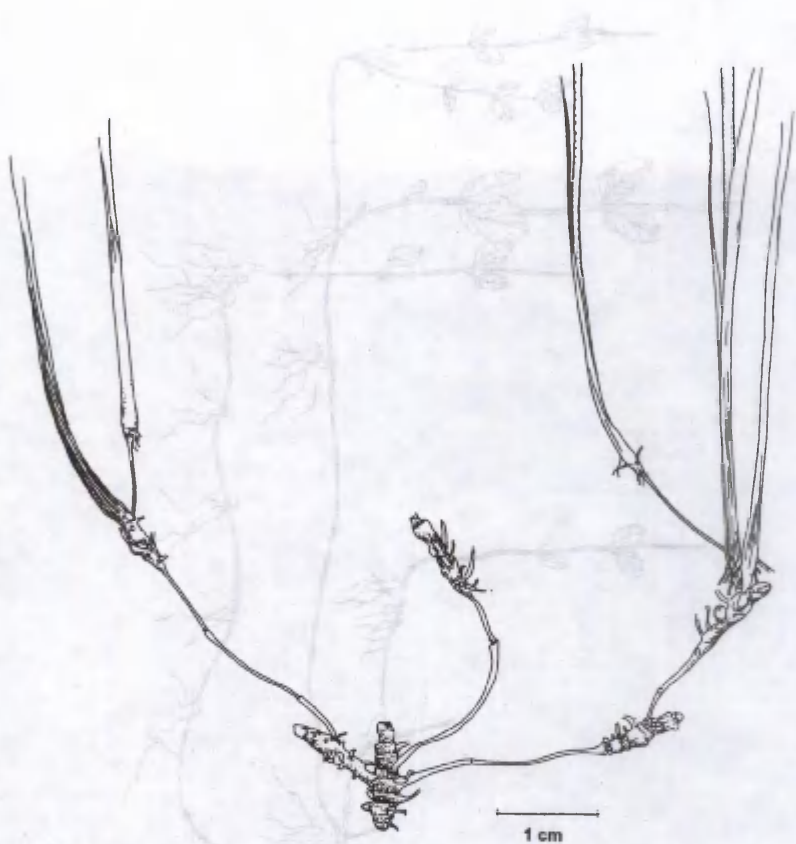
Mitmeliigiliste taimekoosluste matemaatilises teoorias on praegusajal suure tähelepanu all koosluse ruumiliste aspektide uurimine. Koosluse punktmudelid (Tilman 1982) pole piisava adekvaatsusega suutnud seletada liikide püsivat kooseksisteerimist, ning seepärast on oluline koosluse mudeleis arvestada nii rindelise ehitust kui horisontaalset mosaiiksust tekitavaid mehhanisme (Krahulec *et al.* 1990). Püstitatud on hüpoteese, mille kohaselt vegetatiivne liikuvus võib olla olulise tähtsusega liikide püsiva kooseksisteerimise mehhanismides. Ka meie tulemused koosluse imitatsioonimudeliga näitavad, et vegetatiivsel liikuvusel võib olla koosluse koosseisu stabiliseeriv roll.

Koosluse ruumilist ehitust mõjustavateks olulisteks suurusteks on taimede klonaalsest kasvust tingitud liikuvus, samuti rametite erinev eluiga. Need küllaltki lihtsad taimede maa-aluste osade tunnused ei ole enamiku liikide jaoks arvuliselt teada. Ka nõuab niisuguste mõõtmiste tegemine mitmes osas terminoloogia täpsustamist (Kull 1995). Andmed maa-aluste osade kohta on äärmiselt lünklikud isegi kõige põhjalikumates "Floorades" leiduvais liigikirjeldustes ning teaduslikesse herbaariumidesse on taimed harva kogutud küllaldaste maa-aluste osadega.

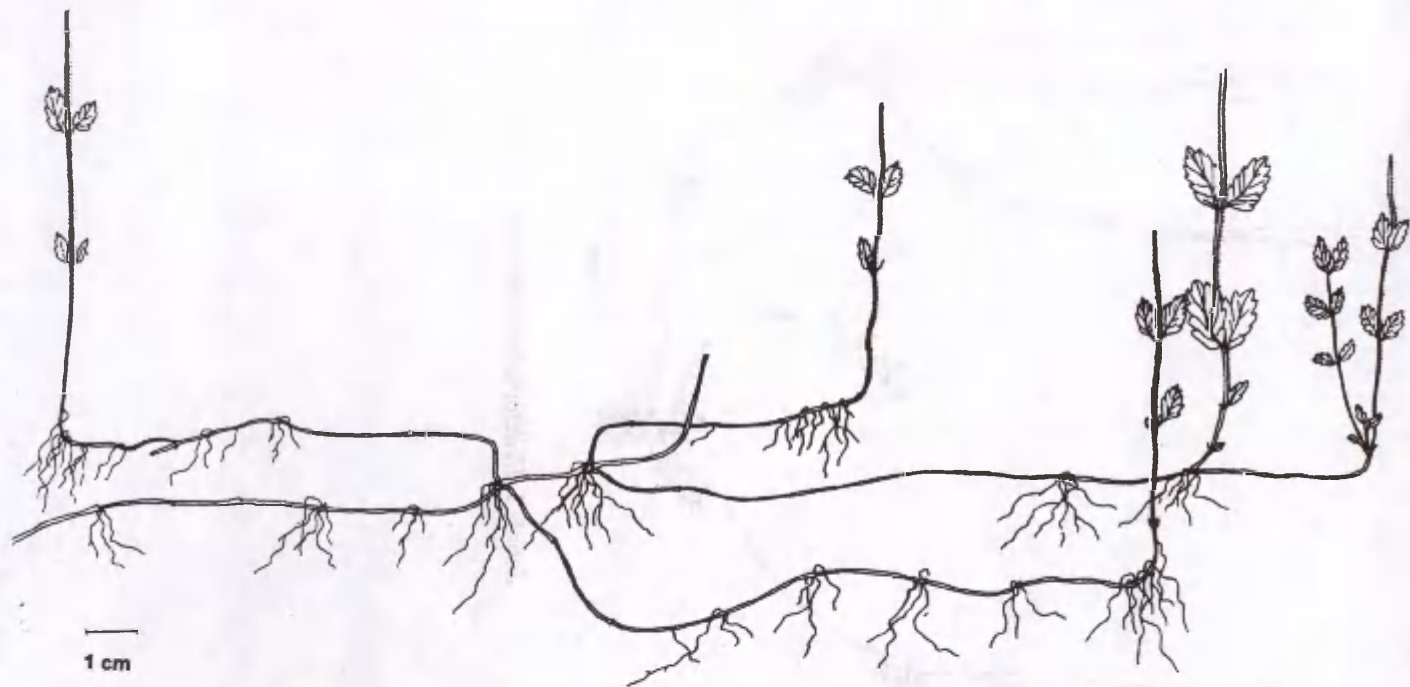
Elöeldust tulenevalt näeb ZBI ökofüsioloogia osakonnas täidetav projekt ette koguda materjal maa-aluste osade kohta ja mõõta tähtsaimad vegetatiivse uuenemise parameetrid (risoomi aastane pikkuskasv, vegetatiivse liikuvuse kiirus, rameti elukestus, risoomi harunemise intensiivsus) minimaalselt 100 niidupüsiku liigi kohta, ning võrrelda nende parameetrite seisukohalt erineva liigirikkusega taimekooslusi.

Projekti täitmises osalevad käesoleva kogumiku autoreist M.Sammul, Ü.Püttsepp, A.Sukamägi, kaasabi on osutanud ka mitmed teised. Geobotaanika ning aut- ja demökoloogia praktikumide raames on Tartu Ülikooli bioloogiaosakonna üliõpilaste poolt viimase viie aasta jooksul kogutud taimede maa-aluste osade kohta käivat materjali ja koostatud individuaalsed lühiajalised kogumikud kokku enam kui 50 liigi kohta.

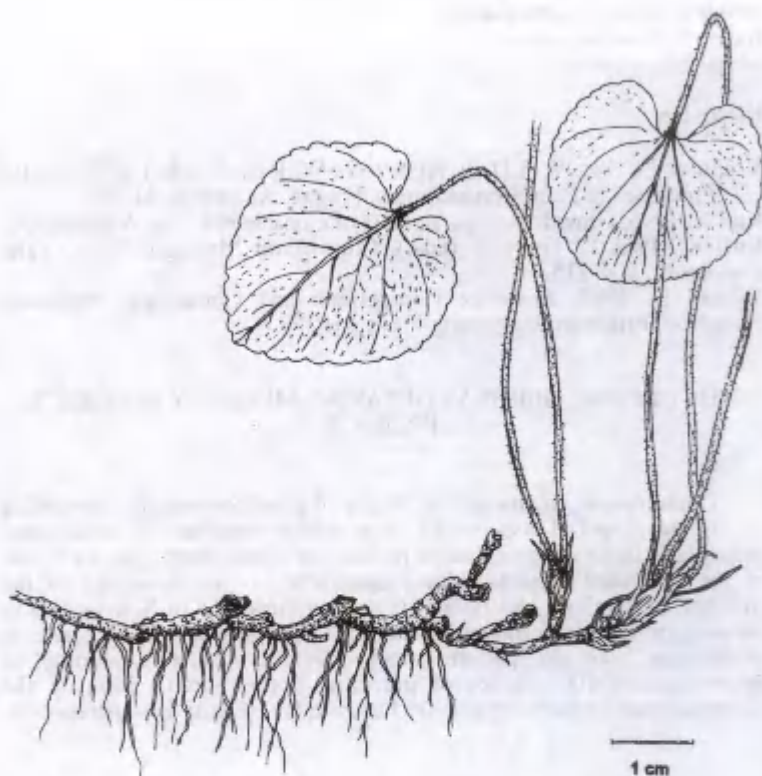
Projekti käigus kogutud materjali alusel täieneb ka ZBI-s asuv Eesti Herbaarium korrektselt prepareeritud risoomidega eksemplaride osas, samuti valmistatakse uuritavate liikide risoomide ehitust näitavad joonised,



Joonis 1. *Helictotrichon pubescens*.



Joonis 2. *Veronica chamaedrys*.



Joonis 3. *Viola mirabilis*.

millest mõned näidised on siinjuures lisatud.

Joonis 1. *Helictotrichon pubescens*.

Joonis 2. *Veronica chamaedrys*.

Joonis 3. *Viola mirabilis*.

Kirjandus:

Krahulec F., Agnew A.D.Q., Agnew S., Willems J. (eds.) 1990. Spatial Processes in Plant Communities. Prague, Academia, x+261.

Kull K. 1995. Growth form parameters of clonal herbs. - In: Aaviksoo K., Kull K., Paal J., Trass H. (eds.). Consortium Masingii. Tartu, Tartu University, 106-115.

Tilman D. 1982. Resource Competition and Community Structure. Princeton, Princeton University Press, xi+296.

THE CLONAL HERBS VEGETATIVE MOBILITY RESEARCH PROJECT

Contemporary mathematical theory of plant communities is starting to consider spatial aspects of community structure in microscale, particularly concerning vegetative mobility of clonal plants. The main task of the described project of the Department of Ecophysiology of the Institute of Zoology and Botany (Estonian Academy of Sciences) is to measure the most important parameters of clonal growth (annual increment of rhizome, branching pattern, ramet longevity, vegetative mobility) in approximately 100 species of perennial herbs, and to compare the communities of different species richness on the basis of these parameters.

MULDKESKNE JUURESÜSTEEMIDE UURIMINE

Raimo Kõlli ja Arno Kanal
EPMÜ Mullateaduse ja Agrokeemia Instituut

Taimede või taimkatete juuresüsteemide uurimistemade ring ja probleemi asetus on väga mitmetahuline (Harley and Russell, 1979; Atkinson, 1991). Taimede või taimekoosluste uurimise huvides selgitatakse juurte talitlusi (vee ja toitainete omastamist, sekretsioonide eritumist, kasvu hormoonide sünteesi), juurte fütomassi akumulereerumist ja struktuuri ning muid ökofüsioloogilisi ja taimeökoloogilisi probleeme. Ökosüsteemide tasemel tehtud uurimused haaravad (või vähemalt peaks haarama) samaväärselt fütotsönoosiga ka edafotoopi. Kuid sageli

käsitletakse edafotoopi (muldkatet) diskrimineerivalt kui substraati, jättes tähele panemata muldkatte kui iseseisva loodusliku keha funktsioneerimise sisemised seaduspärasused ja järjepidevuse.

Muidugi võib leida teaduskirjanduses ka töid, kus juuresüsteemide uurimisele on lähenetud muldkeskelt (pedotsentriliselt) ehk pedoökoloogilisest aspektist (Bathke et al., 1992; Richter et al., 1990).

EPMU MAI juures tehtud juuresüsteemide uurimised on ajendatud taim- ja muldkatete vastastikuste mõjude või suhete (nn. taim-muld süsteemide) analüüsimisest. Meie uurimisalad asuvad nii looduslikes kui ka kultuurökosüsteemides, seega iseloomustatakse nii metsa- ja rohumaa- kui ka põllumuldadel kujunenud juuresüsteeme. Viimaste aastate väliuurimised hõlmavad siiski valdavalt vaid agroökosüsteeme.

Meil kogutud juuresüsteemide alane andmestik pärineb:

- * mitmesugusel otstarbel (monitooring, uurimisalade pasporteerimine jms.) tehtud muldade morfoloogilistest kirjeldustest, kus fikseeritakse kohustusliku osana ka juurte leviku parameetrid ehk tehakse nende leviku poolkvantitatiivne uurimine (Soil Survey..., 1993; FAO, 1990);

- * erinevate fütotsünooside kogufütomassi (sealhulgas juured) määramistest, kus selgitati fütomassi struktuuri (eriti maapealsete ja -aluste osade vahet) sõltuvalt fütotsünoosi koostisest ja mulla liigist (Kulp, 1971; Kõlli ja Kährik, 1970a; Kõlli, 1982);

- * aineriingete uurimistest, sest juuresüsteemis olevate toiteelementideta saame ringest liialt moonutatud pildi (Kõlli, Kährik, 1970b; Kõlli, 1970; Kõlli ja Kivi, 1974);

- * juuresüsteemide kasvu ja leviku dünaamika uurimistest (Kõlli, Rästa, 1980; Kõlli, 1984);

- * põllumuldade orgaanilise aine aastakäibe taseme määramistest, kus juurteil on teatavasti juhtiv roll (Kõlli, 1984; Kõlli ja Kanal, 1995).

- * künnikihi füüsikalise seisundi uurimistest (Kanal, 1994; Kanal ja Vipper, 1994).

Taimekeskselt lähtudes hõlmavad meie uurimised põhiliselt koosluste ja populatsioonide taset. Teatud üldistusi oleme teinud ka ökosüsteemi ja liigi tasemelt lähtuvalt. Haaramata on aga organismi ja molekulaarne ning mikrobioloogiline tase, mis aitaks selgitada risosfääri biokeemilisi protsesse, millest sõltuvad mulla mineraalide murenemine ja toiteainete omastamine (Sposito ja Reginato, 1992).

Juuresüsteemide fütomassi määramisel oleme kasutanud nii mudeltaimede kui ka monoliitide meetodit, kusjuures varasematel aastatel tehtud määramistel kasutasime suuri monoliite 25x40x10 cm, mis võeti 10cm kihtide kaupa, nii põllul kui metsas. Hiljem kasutasime väikese monoliite 10x10x10 cm või vastavat silindrit (703 cm³). Juurte dünaamika uurimisel kasutasime juurtevaba mullaga täidetud kapronvõrgust kotte, mis asetati juurte leviku suundadele.

Juurte fütomassi määramisel on üheks segavaks asjaoluks juurte suur saastatus mullaosakestega, mille tõttu on erinevate autorite poolt saadud juurte fütomassi andmed suuresti lahknevad. Seda silmas pidades oleme määranud ka juurte toortuha sisalduse, mis võimaldas välja arvutada tuhava juurte fütomassi või teha ümberarvutusi kindlale tuhasisaldustele.

Meie uurimustest on selgunud järgmist:

- * Muldkatte kihiline ülesehitus (horisondid, lõimimine) mõjutab oluliselt

juurtemassi paiknemist, kusjuures selle kaudseks peegelduseks on huumuskatte iseloom ja huumuse jaotus selles s.o. huumusprofiil. Juurte levik on seaduspäraselt seotud mullaliigiga.

* Väheviljakates muldades kulutab taimkate suhteliselt rohkem fütomassi ja energiat juuresüsteemide väljaarendamisele. Toiteelementide omastamine mahukast mullaruumist on ökoloogiliselt ebaökoonoomne.

* Põllukultuuride juurte fütomass saavutab maksimaalse taseme 1-2 nädalat varem võrreldes maapealsete osade kogu-fütomassiga. Maapealsete osade kasvu ebakõla (mahajäämus, ettejäudmine optimaalsest) maa-aluse suhtes mõjub negatiivselt kogu fütotsünoosi arengule. Agrotehnoloogiliste võtetega on põhimõtteliselt võimalik seda ka mulla kaudu reguleerida.

* Juurte fütomassi tuhaelementide koostise isärasused ei ole tingitud ainult taimkatte liigilisest koosseisust, vaid on tuntavalt mõjustatud ka mulla mineraloogilis-keemilisest koostisest. Eriti selgesti on jälgitav kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse suurenemine karbonaatsetel muldadel kasvanud juurtes ning raua ning alumiiniumi sisalduse tõus leetunud muldadel.

* Põllukülvikorras on mulla varustamisel värske, peamiselt juurtest pärineva autohtoonse orgaanilise ainega väljapaistev roll mitmeaastastel heintaimedel. Teraviljade puhul on see ligi kaks korda väiksem.

* Juurtevarise unikaalne tähtsus on tema ühtlases jaotumuses mullaruumis, kusjuures eelistatud on mullaagregaatide bioloogiliselt aktiivsed tsoonid.

Kasutatud kirjanduse bibliograafilised kirjed esitatakse konverentsi stendiettekandes.

PEDOCENTRIC RESEARCH OF ROOT SYSTEMS

Most research on root systems is started from the viewpoint of the plant (or phytocoenosis). Our research, which is initiated by studying plant-soil systems, accentuate the pedocentric angle. The study areas are related to (1) morphological research of soils, (2) determination of total phytomass, (3) the cycling of biophilous elements, (4) observation of root system dynamics and (5) the study of soil organic matter. For determination of root phytomass both the methods of monoliths and method of model plants were used. The main conclusions received from the pedocentric approach are: (1) there exists a regular dependence between root system development and soil taxons, (2) in poor soils the root system needs for its development relatively much more energy than in fertile soils, (3) a regular asynchronousness exists between the development of the above- and below-ground components of the phytomass, (4) the peculiarities of soil chemical composition are reflected in the ash composition of the plant phytomass and (5) quantitatively (by soils and crops) the role of roots in the cycling of soil organic matter has been established.

PÖLLUKULTUURIDE JUUREKAVA PAIKNEMISEST JA FOSFORI OMASTAMISEST

Heino Kärblane
Eesti Maaviljeluse Instituut

Märgitud fosfori (^{32}P) abil jälgiti tähtsamate põllukultuuride juurekava arengut ja paiknemist ning fosfori omastamist. Selgus, et kuigi suviteraviljade juurekava võib tungida kuni 1.5 m, kartuli oma aga kuni 1.2 m sügavusele, on omastatud fosforist suviteraviljad omastanud 60...70% ja kartul 70-80% huumushorisondist. Ainult kaheosalisel lähtekivimil tekkinud muldadel, mille sügavamate horisontide muld sisaldab suhteliselt rohkesti laktaatlahustuvat fosforit, omastavad taimed kuni 50% fosforist sügavamates horisontidest.

Kuid ka kogu huumushorisondi ulatuses ei omasta fosforit ühtlaselt. Rohkem omastatakse seda huumushorisondi sellest osast, kus asub juurekava peamine mass ja kuhu on viidud väetised. Huumushorisondist, kus toitained jaotuvad enam-vähem ühtlaselt kogu huumushorisondi ulatuses, omastavad teraviljad fosforit kõige rohkem 7...15 cm, kartul 10...20 cm ja juurviljad 10...15 cm sügavuselt. Kui aga taimi kasvatati mullal, kus väetised olid viidud lokaalselt teatud sügavusse, omastati fosforit kõige enam sellest mullakihist, kuhu väetised olid viidud.

Kuid arvestama peab sedagi, et kasvu algfaasides, kui juurekava on veel nõrgalt arenenud, omastatakse fosforit ainult huumushorisondist ja siitki esialgu huumushorisondi ülemisest osast. Taimejuurte levik huumushorisondis sügavuti toimub üsna kiiresti. Juba teraviljade kahe lehe faasis olles on taimede juured tunginud 10 cm sügavusele ja kolme lehe faasis kogu künnikihi sügavusse.

Taimede juurekava ei arene mitte ainult sügavuti, vaid ka horisontaalsuunas. Suviteraviljade juured levivad horisontaalsuunas 31 cm, mitmeaastaste heintaimede (ristik, timut) omad 35 cm ja kartuli juurekava kuni 40 cm kaugusele taimeteeljoonest. Kuid kasvu algfaasides on taimede juurekava märksa nõrgemini arenenud ja juured ulatuvad horisontaalsuunas ainult taimede lähimasse ümbrusesse. Nii ulatus suviteraviljade juurekava taimede kahe lehe faasis olles kamarkarbonaatmullal kuni 10 cm ja turvasmullal ainult kuni 3 cm kaugusele taimeteeljoonest. Loomisfaasis arenes suviteraviljade juurekava intensiivselt ning õitsemisfaasiks ulatus juurekava horisontaalsuunas 31 cm kaugusele. Kuid vaatamata sellele, et kõrsumis- ja loomisfaasist alates ulatub suviteraviljade juurekava kaugemale kui 10 cm, omastatakse ka kasvu lõppfaasides enamik (üle 70%) fosforist 10cm raadiust omavalt toitepinnalt. Kaera koristamise ajal oli kaeras sisalduvast fosforist 72% omastatud 10 cm raadiusega toitepinnalt.

Ka kartuli juurekava areneb kasvu alguses aeglaselt. Kuni õitsemise alguseni on enamik fosforist omastatud 10 cm raadiusega toitepinnalt. Õitsemise ajal tungivad juured horisontaalsuunas ka kaugemale, ulatudes kuni 40 cm kaugusele taimeteeljoonest. Kartuli koristamise ajal oli 38% mugulates sisalduvast fosforist omastatud 10 cm raadiusega toitepinnalt ja

89% fosforist 30 cm raadiusega toitepinnalt.

Väetamisel stimuleerivad lokaalselt antud väetised juurte kasvu mulla selles osas, kuhu väetised olid viidud. Eriti ilmneb see fosforväetistega väetamisel.

THE DISTRIBUTION OF ROOT SYSTEM IN SOIL AND THE UPTAKE OF PHOSPHORUS

With the help of marked phosphorus (^{32}P) the development and distribution of the root system of major field crops as well as the uptake of phosphorus were observed. It became evident that the root system of plants spread into the depth in the humus horizon quite quickly, and by the end of July, the roots of spring cereals had penetrated into the depth of 1.5 m, those of potatoes to 1.2 m. Of the uptaken phosphorus in spring cereals 60...70% and in potatoes 70...80% came from the humus horizon.

In the horizontal direction the roots of spring cereals spread up to 31 cm, those of perennial grasses up to 35 and of potatoes up to 40 cm from plant's axis.

JUURTE RUUMILISE STRUKTUURI VÕRDLUS PESITI- JA RIDAMEETODIL RAJATUD KESKEALISTES KUUSIKUTES

Tiit Külla
EPMÜ metsanduse IV kursus

Käesolevas töös on uuritud suurlapi (pesiti) meetodil kultiveeritud puistu kasvu. Taimed asusid lappidel tihedate gruppidega, lappide suurused ja arv hektaril olid kindlaks määratud. Pesitikultiveerimisviisi mõju selgitamiseks võrreldi nimetatud meetodil rajatud puistu kasvunäitajaid ridakultuuride vastavate näitajatega. Võrreldavad puistud kasvasid jänesekapsa kasvukohatüübis gleistunud heledal näivleetunud mullal, olid ühesuguse koosseisu ja vanusega.

Ridakultuur istutati käsitsi labidaga seaduga 2x2 m (2500 taime hektaril) istutamisel kasutati 4-5 -aastaseid metsikuid taimi. Pesitimeetodil rajatud kultuuri puhul oli lappide ligikaudne suurus 8 m² (möödud 2,5x3,5 m ja lappide vahe 3,5x3,5 m), lapil oli üheksa taime. Hooldusraieid nendes puistutes pole tehtud. Puistud ei erinenud oluliselt takseernäitajate poolest. Puistute vanus oli 47 aastat, keskmine kõrgus, puude arv hektaril ja tarbepuidu tagavara olid ridakultuuris 19,1 m, 1783 tk./ha ja 406 tm/ha ning lapikultuuris 17,9 m, 1722 tk/ha ja 410 tm/ha. Praeguseks on mõlemad kultuurid maha võetud põdrakahjustuse tõttu.

Nendes kuusepuistutes uuriti juurte levimist horisontaal- ja vertikaalsuunas. Horisontaalstruktuuri uurimiseks kasutati skeletimeetodit.

Pesitikultuuris (raiestikul) kaevati lahti 6x4,5 m ja ridakultuuris (raiestikul) 3,9x4,2 m ala 20 cm sügavuseni väikese kühvliga. Juurestiku horisontaalprojektsiooni täpseks koostamiseks jagati lahtikaevatud alad nööridega ruutudeks küljepikkusega 30 cm, kaardistatud juurte minimaalne diameeter oli 5mm. Jooniselt mõõdeti kurvimesseriga elusate kändude kõigi juurte pikkused ning leiti juurte pikkus ühe kännu kohta. Suurlapikultuuri prooviruudul oli üheksa kändu (neist elusate puude omi 8), juurte kogupikkus oli 170,5 m: ühe kännu kohta tuli 21,3 m juuri.

Ridakultuuri prooviruudul oli kuus kändu, kõik elusate puude omad, juurte kogupikkus oli 108,6 m, ühe kännu kohta tuli 18,1 m juuri. Lahtikaevatud alade pinna ühe ruutmeetri kohta tuli lapikultuuris 6,3 m ja ridakultuuris 6,6 m juuri, kuid lapikultuuris on lokaalne horisontaalne juuretihedus suurem. Mõlemas kultuuris esines erinevate kändude juurte kokkukasvamisi., lapikultuuris kümnel ja ridakultuuris seitsmel erineval juhul kusjuures kokku olid kasvanud mitme kännu juured.

Juurestiku vertikaaljaotuse uurimiseks kaevati transhee kuni ühe meetri sügavuseni, kaeve pikkus pesitikultuuris oli 6 m ja ridakultuuris 2,7 m. Juurte paiknemine plaanistati ja mõõdeti juurte diameetrid kõikidel üle 5 mm läbimõõduga juurtel. Peenemate juurte läbimõõduks võeti 2,5 mm. Arvutati juurte summaarsed ristlõikepindalad kaeve vertikaalseina pinnaühiku kohta. Vastavad näitajad olid ridakultuuris 513 mm²/m² ja lapikultuuris 553 mm²/m².

Kuigi lapi- ja rida kultuurid ei erinenud takseernäitajate poolest, olid juurte paiknemise horisontaal- ja vertikaaltihedused erinevad ja lapikultuuris suuremad. Samuti olid lapikultuuris juured pindmisemad, mis on aga seletatav statistiliselt oluliselt õhema huumushorisondiga kui ridakultuuris. Vastavad horisondi tusedused olid 29,7 cm ja 16,4 cm.

COMPARISON OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ROOTS IN THE MIDDLE-AGED ROW AND GROUP PLANTATIONS OF NORWAY SPRUCE

The above-ground and below-ground characteristics of the row and of the group spruce plantations were compared.

The horizontal distribution of the roots was studied on skeleton method and the vertical distribution on trench-wall method. The above-ground stand characteristics of the middle-aged plantations were similar but the horizontal and vertical density of conducting roots was higher in the group plantations. In both plantations root graftings occurred.

HÜBRIIDLUTSERNIROHKE ROHUMAA JUUREMASSI KUJUNEMINE

Rein Lillak

EPMÜ Rohumaateaduste ja Botaanika Instituut

Aastakümnete jooksul on suure põhjalikkusega uuritud taimede maapealsete osade dünaamikat, samal ajal kui juuresüsteemi kujunemisele on suhteliselt vähe tähelepanu pööratud. Samas on teada, et taimede maapealsete ja maa-aluste osade areng on omavahel tihedalt seotud. Muutustele taimede maapealsete osade kasvus ja arengus on sageli eelnenud analoogilised muutused nende juuresüsteemis.

Käesoleva uuringu üheks eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas toimub hübriidlutsernirohke rohumaajuuremassi kujunemine olenevalt taimiku kasutusrežiimist ja katseaastast näivleeturund mullal.

Esitatud andmestik koguti põldkatsest, mis rajati hübriidlutserni sordiga 'Jõgeva 118' monokülvil 1984. a. EPMÜ Eerika katsejaama. Katse koosnes 12 variandist kolmes korduses, millised erinesid üksteisest esimese niite aja ning niidete arvu poolest. Esimese variandi esimene niide viidi läbi kevadel esimesel võimalusel (keskmiselt 9. mail) ning iga järgmise variandi katselapid niideti eelmisest nädal aega hiljem (viimase niite aeg oli keskmiselt 25. juulil). Lähtuvalt esimese niite ajast niideti esimest kolme varianti neli, järgmist kuut kolm ja viimast kolme kaks korda suve jooksul. Viimast korda niideti taimikuid ajavahemikus septembri kolmandast dekaadist oktoobri esimese dekaadi lõpuni. Rohumaa juuremass määrati pärast igat niidet kolmes korduses paarisvariantidelt (var. 2, 4, 6 jne.). Mahupuuriga eraldati mullamonoliit mõõtmega 15x15x20 cm³, millest pesemise teel 0,5 mm avadega sõelal eraldati juured.

Hübriidlutserni taimiku juuremass, mille kujunemine algas 1984. a. sügisel, saavutas maksimumi 1988. a., ulatudes suve keskmisena 5,97...9,49 t/ha KA (kuivainet). Suurim oli massi juurdetulek (variantide keskmisena 88% e. 2,40 t/ha KA) teisel kasutusaastal. Järgnevatel aastatel juurdekasvu intensiivsus langes ning alates neljandast kasutusaastast praktiliselt lakkas.

Juuremassi kujunemist mõjutas olulisel määral taimiku niiterežiim. Suurim oli see (katseperioodi keskmisena KA 6,37...6,72 t/ha) hübriidlutserni rohumaajuheniitelisel kasutamisel. Esimese niite tegemisel taimede õitsemiselel perioodil ja niidete arvu suurendamisel kolmeni või neljani oli uuritav näitaja märgatavalt väiksem. Eriti selgelt ilmnis see seaduspärasus kahe viimasel katseaastal, mil juuremassi erinevus rohumaajuheniitelise kasutamise (erinevus nende kahe kasutusrežiimi vahel oli minimaalne) ning 2-niitelise kasutamise vahel oli 29...36% viimase kasuks.

Vegetatsiooniperioodi jooksul muutus juuremass oluliselt. Väikseim (1985...1989. a. keskmisena KA 5,09 t/ha) oli see näitaja kevadel kasvuperioodi algul, mil juurtes paiknevad varuained olid suures osas ära kasutatud talvitumiseks ja kevadise vegetatsiooni alustamiseks. Vegetatsiooniprotsessi jätkudes võis maikuus märgata juuremassi

suurenemist, millele järgnes juuni algul varsumise teisel poolel maapealsete taimeosade intensiivsest kasvust tingituna juurevarude osaline ärakasutamine ning nende massi 38%-line vähenemine. Alates juuni keskpaigast hakkas juuremass uuesti suurenema ning see protsess kestis lutserni öitsemise lõpuni.

Sügisese poole rohumaa juuremass reeglina suurenes, olles maksimaalne viimase niite ajal. Erandi moodustas vaid hübriidlutserni kasvuks ebasoodne 1987. a., mil uuritav näitaja oli maksimaalne suve keskel, vähenedes sügiseks kuni 3,40 t/ha võrra. Sügisese juuremassi suurust mõjutas oluliselt taimiku eelnev kasutamine. Suurim oli juurte summaarne kaal hübriidlutserni rohumaa kaheniitelisel kasutamisel (KA 6,57...7,74 t/ha), mil niite-eelse kasvuperioodi pikkus ulatus niidete keskmisena 76 päevani. Niidete arvu suurendamine (suve jooksul 3...4 niidet) ja niite-eelse kasvuperioodi lühendamine 52 (kolm niidet) või 41 päevani (neli niidet) põhjustas sügisese juuremassi vähenemise 13...20%.

FORMATION OF ROOT WEIGHT OF ALFALFA-RICH GRASS-SWARD

This research, conducted in 1985...1989, aimed to clarify the dependency of development of root weight of an alfalfa-rich (*Medicago media Martyn*) sward on the cutting regime and year of managing on podzoluvisol soil (the content of organic matter in a 0...20 cm soil layer ranging from 1.88 to 2.24% and pH_{KCl} - 6.50...6.65). The trial consisted of 12 treatments, which differed in timing of the first cut and number of cuts made during a vegetation period. The root weight was determined immediately after each cut by soil core method.

The formation of root system of alfalfa-rich sward began in 1984 and achieved maximum value in 1988 - as the average of the vegetation period the root weight was 5.97...9.49 T/ha of DM. The greatest increase in root mass was observed in the second year of sward utilization (compared to the previous year the data was by 88% higher).

The smallest root weight in a vegetation period was observed in spring (in average 5.09 T/ha DM). As the vegetation process progressed the root weight increased in May and subsequently decreased by 38% in the beginning of June at the 2nd stage of stem formation - the root reserves had been partially used for the intensive growth of underground parts of plants. From mid-June it began to increase again and that trend lasted until the flowering of alfalfa ended.

As a rule, the root weight increased in autumn and achieved maximum values in the last cut. The greatest value (6.57...7.74 T/ha DM) of the root weight in the autumn was observed in the treatments with the 2-cut management system. Increasing the number of cuts from 2 to 3 or 4 resulted in decreasing the root weight by 13...20% in the autumn.

TÜVEMÄDANIKE MÕJUST JUURTE SEISUNDILE HARILIKUL KUUSEL *PICEA ABIES* (L.) KARST.

Krista Lõhmus ja Priit Kask
Tartu Ülikooli Geograafia Instituut

Tüvemädanike esinemissagedus harilikul kuusel on Eestis viimastel aastatel suurenenud. Üheks võimalikuks põhjuseks on juurepessu tekitaja, seene *Heterobasidion annosum* leviku hoogustumine soojade talvede ja aktiivse mehhaniseeritud metsamajanduse tõttu.

Kaheksasse kuusikusse rajatud püsiproovialadel hinnati 20-24 vaatluspuul võrade seisundit (Kask, Frey, 1993) ja võeti neljal kõrgusel (0.2, 0.8, 1.3 ja 2.0 m) kahes suunas puursüdamikud, millest määrati keskmine tüvemädaniku ulatus radiaalsuunas. Tüvemädaniku esinemissagedus oli kõige suurem Voore proovialal ulatudes 1991.a. 60 protsendini, mistõttu tüvemädanike mõju juurte seisundile uuriti sellel alal. Näivleetunud pruunmullal kasvava I boniteedi puistu koosseis oli 9 Ku 1 Ks, vanus 50 a., keskmine kõrgus 20 m ja rinnaspind 33.0 m².

Juurte seisundi väljaselgitamiseks võeti juhte- ja imijuurte proovid kõdust ja pindmisest 20 cm paksusest mullakihist kümnele vaatluspuult, millest pooltel esines tüvemädanik; mädaniku keskmine ulatus radiaalsuunas oli $34 \pm 14\%$. Juhtejuurte läbimõõt proovides ei ületanud 10 mm. Mõlema puuderühma (tüvemädanikuga ja ilma) kuuskede võrad olid J. Frey hinnangul kergelt kuni tugevasti kahjustunud (okkakao protsendid vastavalt 11-25% kuni üle 60%).

Harilikul kuusel iseloomustab imijuurte seisundit kahjustuse aspektist hästi nende regeneratsioon - elusate imijuuretippude osatähtsus tippude koguarvust. Imijuured loetakse kahjustunuks, kui regeneratsioon on alla 75 % (Liss *et al.*, 1984). Täiendavalt vaadeldi imi- ja juhtejuurte asenduvust, surnud juuretipu asendumist ühe või enama juurega. Surnud ja asendunud juuretippude arv 100 elusa juuretipu kohta (A) on negatiivses korrelatsioonis regeneratsiooniga (R) ning Voore proovialal kirjeldatav seosega:

$$R = 1.9 A + 67.6, \quad r = 0.85, \quad p < 0.01.$$

Juhtejuurte kahjustustunnustena vaadeldi haavandite ja mädanike esinemissagedust, tüvemädanikuga puudel analüüsiti 20 ja mädanikuta puudel 19 juureproovi. Juurehaavandite ja -mädanike summaarsed esinemissagedused olid vastavalt 73% ja 17%, seega on tüvemädanikuga puude juhtejuured tunduvalt rohkem kahjustunud. Kuid imijuurte regeneratsioon oli statistiliselt usaldusväärselt kõrgem tüvemädanikuga puudel, vastavad regeneratsiooni väärtused olid $61.3 \pm 3.8\%$, $n = 15$ ja $42.3 \pm 5.8\%$, $n = 16$.

Ilmselt toimib mingi kompensatoorne mehhanism, mis tüve ja juuremädanikust kahjustatud puudel stimuleerib uute imijuuretippude moodustumist. Sellise kompenseerimise piiri väljaselgitamiseks hinnati täiendavalt kahe tugevasti kahjustunud võraga ja tüvemädanikuga puu

imijuurte regeneratsiooni. Neist ühel puul oli tüvemädaniku ulatus radiaalsuunas üle 50%, teine puu oli praktiliselt surev puu okkakaoga üle 90% ja tüvemädaniku osatähtsusega kõrgusel 0.2 m üle 90%, kusjuures üle 20% tüve kambiumist sellel kõrgusel oli juba surnud. Vastavad imijuurte regeneratsioonid vähem ja rohkemkahjustunud puul olid $47.7 \pm 4.6\%$, $n = 25$ ja $10.4 \pm 2.8\%$, $n = 19$. Mõlemad regeneratsiooni väärtused on oluliselt väiksemad kui tüvemädanikuga puudel keskmiselt, seega väheneb tüvemädanikuga puudel kahjustuse edasisel süvenemisel koos võra hõrenemisega ka imijuurte regeneratsioonivõime.

ON THE IMPACT OF STEM ROT ON THE COARSE AND ABSORBING ROOTS OF THE NORWAY SPRUCE *PICEA ABIES* (L.) KARST.

The coarse roots of Norway spruces infected with stem rot are more deteriorated. The root wound scars and decays occurred in 73% of root samples, which is almost five times more as for the trees without stem rot.

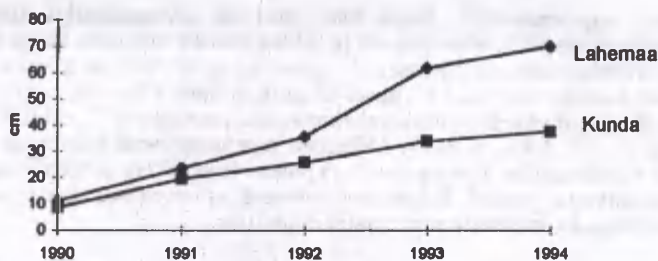
When the crown needle loss is less than 60% the trees infected with stem rot are able to compensate the loss of absorbing roots with the increasing regeneration, the regeneration values for the trees with and without stem rot are accordingly $61.3 \pm 3.8\%$ and $42.3 \pm 5.8\%$.

SÜSIVESIKUTE JAOTUVUS *PICEA ABIES* (L.) KARST. ORGANITES EKSTREEMSETES KASVUTINGIMUSTES

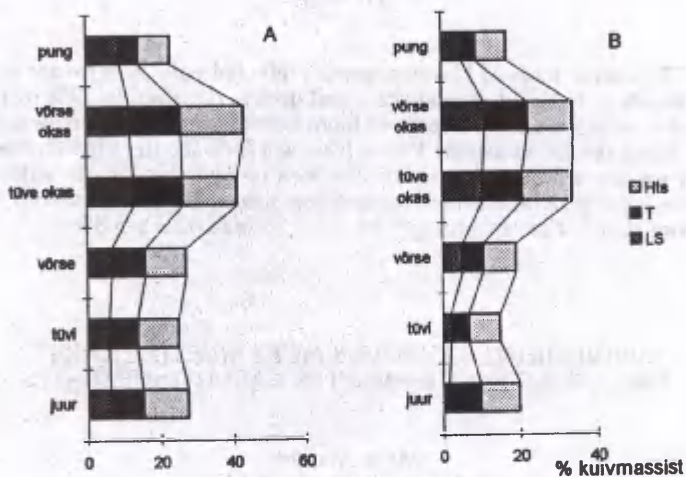
Malle Mandre
Eesti TA Ökoloogia Instituut

Probleem õhusaaste mõjust assimilaatide ja biomassi jaotuvusele on olulise tähtsusega taimede struktuur-funktsionaalsete muutuste teoreetiliste aluste selgitamisel. Lehtedes sünteesitud süsivesikute translokatsioonist teistesse organitesse sõltub taime kui terviku kasv. Õhusaaste mõju lehtedele võib olla teguriks, mis pidurdab assimilaatide voolu teistesse organitesse, põhjustades muutusi võrsetes ja juurtes, hõlbed taime toitesubstraadis ja toitainete omastamises võivad aga omakorda mõjutada assimilaatide sünteesi.

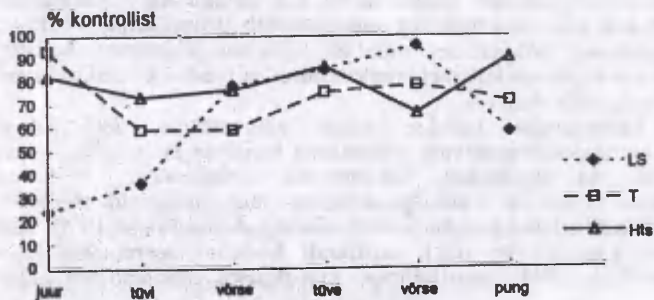
Käesolevaga tuuakse näide süsivesikute, kui fotosünteesi esmaproduktide jaotuvuse muutustest harilikus kuuses *Picea abies* (L.) Karst. ja leeliselise tehnogeense tolmusaaste mõju sellele. Statsionaarsetesse vaatluspunktidest, mis paiknesid tsemenditehase vahetus läheduses Kundas ja kontrollalal Lahemaal rajati 1990. aasta mais katse kaheaastaste ühelt emapuult kogutud seemnetest kasvatatud taimedega. 1994.a. aprilli lõpus - mai alguses, enne pungade puhkemist



Joon. 1. Hariliku kuuse pikkuskasv kontrollialal (Lahemaa) ja kúndas (erinevused kontrollist 1994.a. $p < 0.005$ tasemel).



Joon.2. Süsivesikute jaotuvus *Picea abies* L. erinevates organites kontrollialal Lahemaal (A) ja tsemenditehase läheduses Kundas (B) (LS-lahustuvad suhkrud; T-tärklis; Hts - hemitselluloos; % kuivmassist)



Joon. 3. Toimusaastest tingitud hälbed (% kontrollist) süsivesikute jaotuvuses *Picea abies* L. organites.

fikseeriti biokeemilisteks analüüsideks puudel (n = 25) juured, tüved, võrsed, eraldi tüve ja võrse okkad ning pungad. Süsivesikute määramiseks kasutati Fluckiger et al. (1978) ja Arasimovichi ning Ermakovi (1972) poolt soovitatud meetodit, mis põhineb ekstraktide töötlemisel antrooni reagentiga ja sellele järgneval spektrofotomeerimisel 620 nm juures.

Neli aastat vaatluspunktides kasvanud puud erinesid oluliselt pikkuskasvus ja haabituselt. Tsemenditehasest emiteeruva saaste piirkonnas kasvanud kuused olid keskmiselt 47% lühemad kontrollpuudega võrreldes (joon.1).

Analüüsides süsivesikute muutusi tuleb eelkõige rõhutada, et nende süntees ja translokatsioon lehtedest taime teistesse organitesse sõltub mitmetest fotosünteesi teguritest. Sinna hulka kuuluvad valgus (Jablonski, Geiger, 1987), taime küllaldane varustus lämmastikuga (Agren, Ingestad, 1987; Palumets, 1991), hingamisprotsesside intensiivsus (Dickson, Isebrands, 1991) jne. Tsemenditolm, ladestudes taime maapealsetele osadele, on valgustelekteerivaks ekraaniks, mis vähendab fotosünteesiliselt aktiivsete spektriosade läbivust (Borka, 1980), tõstab taimekude temperatuuri (Flückinger et al., 1978), transpiratsiooni intensiivsust (Singh, Rao, 1981) jne. Teiselt poolt kõrge leelisusega tsemenditolm (pH väärtused 12,3 - 12,7) sadenedes maapinnale põhjustab mulla leelistumise (pH 8,0), millega komplitseerub mineraalne toitumine ja mitmete elementide, sealhulgas lämmastiku omastamine (Mandre, 1986; Mandre et al., 1992). Lämmastiku sisaldus kuuses oli madal, eriti juurtes ja pungades. Süsivesikute ja lämmastiku sisalduse vahelise regressioonanalüüsi tulemusena saadud determinatsioonikordaja oli eriti kõrge saastatud piirkonnas kasvanud puudes ($R^2 = 0.98$), viidates lämmastikudefitsiidi olulisele osale süsivesikute sünteesil ja jaotuvusel neis tingimustes.

Tolmusaastest mõjutatud kuuskede süsivesikute langus ei ole proportsionaalne erinevates organites (joon.2). Suurimaid muutusi täheldati lahustuvate suhkrute osas (joon.3), eriti juurtes, tüves ja pungades. Lämmastiku ja süsivesikute madal tase pungades loob eelolevaks perioodiks arenevatele võrsetele ebasoodsa lähtepositsiooni.

Kasutatud kirjandus:

- Borka, G. (1980). The effect of cement dust pollution on growth and metabolism of *Helianthus annuus*. - Environ. Poll., 22, 75-79.
- Flückinger, W., Flückinger-Keller, H., Oertly, J.J. (1978). Der Einfluss von Strassenstaub auf den stomataren Diffusionswiderstand und die Blatt-Temperatur-ein antagonistischer Effect. Staub. Reinhalt, Luft, 38, 502-505
- Jablonski, L.M., Geiger, D.R. (1987). Responses of sugar beet plant morphology and carbon distribution to shortened days. Plant Physiol. Biochem., 25, 787-796.
- Mandre, M., Kangur, A., Laur, L., Pihlakas, E., Ploompuu, T. (1986). Taime füsioloogilis-biokeemiline seisund Kundas 1985.a. II Mänd. Lepingulise töö aruanne, käsikiri ÖI, lk.96.
- Mandre, M., Annuka, E., Tuulmets, L. (1992). Response reactions of conifers to alkaline dust pollution. Changes in the pigment system.

- Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol., 2, 4, 156173.
- Palumets, J. (1991). Analysis of phytomass partitioning in Norway spruce. Tartu, 95 pp.
- Sing, S.N., Rao, D.N. (1981). Certain responses of wheat plants to cement dust pollution. Environmental Pollution, Ser.A, 24, 75-78.
- Ågren, G.J., Ingestad, T. (1987). Root: shoot ratio as a balance between nitrogen productivity and photosynthesis. Plant, Cell and Environment, 10, 7, 579-586.
- Arasimovich V.V., Ermakov A.I. (1972). Opređenje polisaharidov i minina. V: Metody biohimicheskogo issledovanij rastenij. Kolos, Leningrad, 152-188.

THE PARTITIONING OF THE CARBOHYDRATES IN *PICEA ABIES* (L.) KARST. IN EXTREME CONDITIONS

Due to alkaline dust pollution the content of carbohydrates in different organs of the spruce trees decreased. The decrease of soluble carbohydrates was especially pronounced in roots, stem and buds.

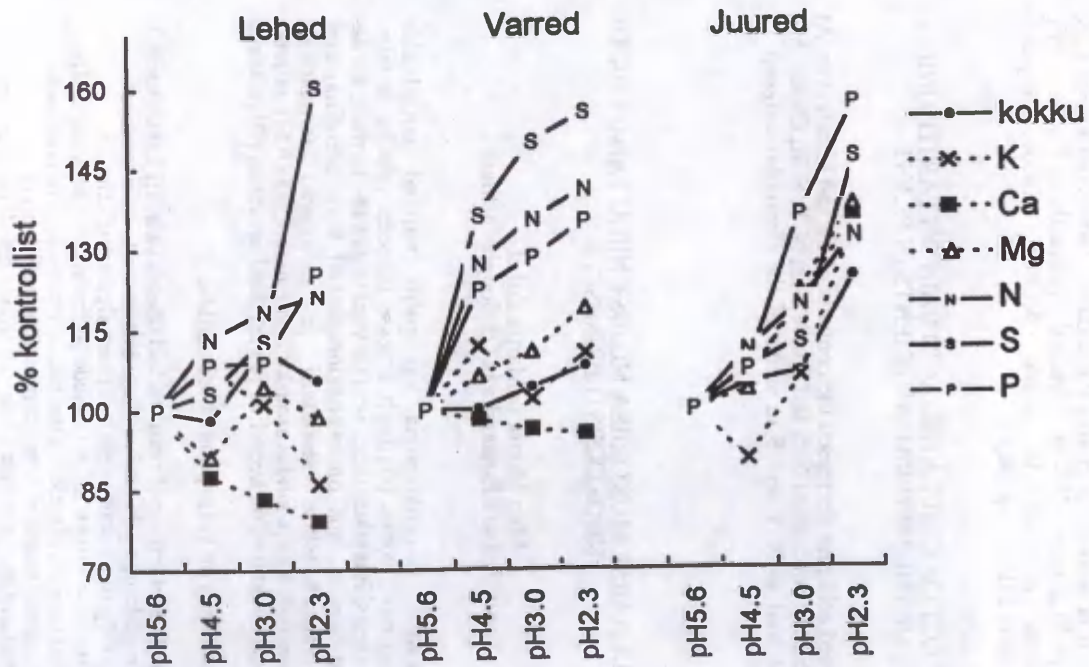
IMITEERITUD HAPPEVIHMADE MÕJU MINERAALLEMENTIDE JAOTUVUSELE TAIMES

M. Mandre ja J. Klõšeiko
Eesti TA Ökoloogia Instituut

Aedoa Phaseolus vulgaris L. taimed allutati erineva pH-ga imiteeritud happelihmade toimele. Töötluslahustena kasutati $H_2SO_4 + HNO_3$ (molaarses vahekorras 1,5:1) destilleeritud veega lahjendusi happesusega pH 2,3, 3,0 ja 4,5. Kontrolltaimi töödeldi destilleeritud veega pH 5,6.

Kolm nädalat mõjutatud taimede kasvu ja biomassi erinevused kontrollist vähenesid proportsionaalselt töötlemislahuse pH vähenemisega. Taimede maapealsete osade ja juurte biomassi suhte suurendamine tugevamate töötluste korral võib olla osaliselt seotud lämmastiku fikseerimise protsessidega mügarbakterite poolt. Taimede elutegevuseks vajalik lämmastik saadakse sel juhul pigem töötluslahusest kui sümbiontide vahendusel, mis tingib süsivesikute vähenenud transpordi juurtesse ja selle asemel nende kasutamist lehtedes ja vartes. Selline süsivesikute kui energetilise substraadi jaotuvuse nihkumine vähendaks kulutusi molekulaarse lämmastiku fikseerimisele ja võimaldaks kompensatsioonimehhanismide ülahoidmist taimede maapealsetes osades, mis on otseselt allutatud happeliste lahuste toimele.

Olulisi muutusi täheldati mineraallementide sisalduses ja jaotuvuses organismis. Võrreldes kontrolltaimedega täheldati elementide sisalduse



Joon. 1. Mineraalelementide sisaldused võrreldes kontrolliga aedoa lehtedes, vartes ja juurtes taimede töötlemisel erineva happesusega lahustega.

olulisi hälbeid katsevariandis, kus taimi töödeldi imiteeritud happevihmadega pH 2,3 (joon. 1).

Muutus elementide sisaldus ja jaotuvus erinevates organites. Lehtede vähenes Ca, K ja suurenes S, N ning P sisaldused. Juurtes suurenesid P, S, N, K, Ca ja Mg, vartes N, S ja P hulgad. Võimalik, et Ca, K ja Mg akumulatsioon juurtesse ja nende defitsiit lehtedes kujuneb translokatsiooni hälvete tagajärjel.

THE IMPACT OF SIMULATED ACID RAIN ON PARTITIONING OF THE MINERAL NUTRIENTS IN PLANT

Simulated acid rain decreased the contents of Ca and K in leaves. At the same time the contents of N, S and P in leaves; N, P, S, K, Ca and Mg in roots, as well as N, P and S in stems of the *Phaseolus vulgaris* L. increased.

ARBUSKULAARSE MÜKORIISA MÕJUST NIIDU TAIMELIIKIDE KOOSEKSISTEERIMISELE

Mari Moora ja Martin Zobel
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Klassikaline taimeökoloogia on palju uurinud taimeliikide kooseksisteerimist, võttes põhiliselt arvesse taimede vahelisi ja taim-herbivoor vahelisi interaktsioone. Seni on veel väga vähe uuritud, kuidas mükoriissed seened, mis on evolutsioneerunud koos taimeliikidega, määravad taimekoosluse struktuuri ja mõjutavad taimeliikide kooseksisteerimist. Kas ja kuidas arbuskulaarne mükoriisa (AM) mõjutab taimekoosluse struktuuri, on keeruline ja vastakaid arvamusi põhjustanud küsimus.

Selle selgitamiseks on kolm põhilist seisukohta:

1. Arvatakse, et erinevaid taimisendeid ühendava hüüfi kaudu toimub süsiniku ülekanne piki süsivesikute kontsentratsiooni gradienti rohkem valgust saavalt taimelt vähemvalgustatud taimele.
2. Mükoriisuse erinev mõju taimede (taimeliikide) kasvule ja läbi selle konkurentsivõimele. Taimeliikide reaktsioon mükoriiselle seenele oleneb nende n.ö. mükoriisasõltuvusest, nii et konkurentsivõime ja sellest olenevalt liikide arvukussuhted on sõltuvuses AM otsesest mõjust.
3. Väidetavalt mõjutab AM koosluse struktuuri läbi taimepopulatsioonide uuenemise.

Arenemisjärgus taimisendid on eriti vastuvõtlikud mükoriiselle infektsioonile ja AM positiivse mõju korral suudavad rohkemate liikide isendid edukamalt üles kasvada.

Kontrollimaks kas ja kuidas AM mõjutab niidu taimeliikide vahelist konkurentssideid suhteid sooritasime me seeria kasvuhuonekatseid kus kasvatasime erinevaid taimeliike erinevates faktoriaalsetes kombinatsioonides kasutades arbuskulaarset mükoriisat ja konkurentsi kui eksperimentaalseid töötlusi.. Meie tööhüpoteesiks oli, et mükoriisa soodustab taimeliikide kooseksisteerimist, muutes konkurentsi tasakalustatumaks.

Ekspperimentide tulemused näitavad, et taimeliigid erinevad oma reaktsiooni poolest AM seenele. Kaudseid viheid süsivesikute ülekande kohta ei täheldatud. Mükoriisa tasakaalustas liikidevahelist konkurentsi ja võimendas liigisest. Juhul kui see oleks üldine mehhanism, põhjustaks see liigirikkuse suurenemist.

ARBUSCULAR MYCORRHIZA (AM) AND PLANT COMPETITION - IMPORTANCE FOR CALCAREOUS GRASSLAND SPECIES COEXISTENCE

There are only a handful of studies which have attempted to ascertain the joint effects of competition (a negative interaction) and AM (a positive interaction) on plant coexistence. Some experiments have shown that mycorrhiza increased the equitability and/or the richness of the microcosm and of early successional communities.

In order to clarify the effect of AM on species coexistence, we studied the naturally coexisting calcareous grassland species in pot experiments, using different competitive situations with and without AM.

The results of our experiments show that in the case of interspecific competition the balance of competition depends on the plant species-specific responsiveness to AM infection; the species which is clearly positively AM dependent is favoured in the case of AM infection. In the case of intraspecific competition, the balance of competition is strongly dependent on the size of the competing plants. When target plants were competing with a larger conspecific neighbour, the size difference between them was clearly amplified when plants were mycorrhizal. But, with neighbours of a similar size, the difference between mycorrhizal and nonmycorrhizal treatments was negligible.

If these results apply in general, we may conclude that AM amplifies intra- and balances interspecific competition and that could be an important mechanism increasing species diversity in plant communities.

JUURED PUISTU AINERINGE MUDELITES

Tõnu Oja
Tartu Ülikooli Geograafia Instituut

Matemaatilist modelleerimist kasutatakse mitmesuguste ökosüsteemide uurimisel viimase paarikümne aasta jooksul suhteliselt laialt. Nii ka metsaökosüsteemide puhul. Modelleeritakse näiteks puistu koosseisu liigilist dünaamikat häiludes, toitainete ringet süsteemis muld-taim-atmosfäär ja selle muutusi sõltuvalt keskkonnatingimustest jmt. Kõigis neis mudelites sisaldub taimekooslus ühena peamistest komponentidest. Häilumudelites on taimekooslus enamasti kirjeldatud liikide, nende osatähtsuste või üksikpuude kaupa ning puude osadele ja arhitektoonikale olulist tähelepanu ei pöörata. Aineringe mudelites seevastu pööratakse taimekoosluse erinevatele funktsionaalsetele osadele enam tähelepanu kui muutustele koosluse liigilises koostises. Alljärgnevas vaatame lähemalt puistu ja selle maa-aluse osa kirjeldamist aineringe mudelites.

Taimekooslust (puistut) kirjeldatakse mudelites enamasti kui erinevate funktsionaalsete seismiselt homogeensete plokkide (fondide) kogumit. Näiteks lehed, puit, juured. Plokkide arv sõitub mudeli otstarbest ja selle autori(te) ökofüsioloogilistest teadmistest ning ettekujutustest. Võrdlemisi sageli on puistu maapealse osa jaotus oluliselt detailsem kui maa-aluse osa oma.

Modelleerijad tunnevad puude juurte erinevate fraktsioonide funktsioone suhteliselt halvasti. Põhjus on selles, et paraku tuleb sageli sama ette ka puistu väliuurijatega, kelle kirjatöödest modelleerija teadmised ammutab. Heal juhul eristatakse fraktsioone jämeduse järgi, näiteks peened, keskmised ja jämedad juured, kusjuures see mida mõeldakse peente juurte all, jääb mõistatuseks. Mõistatuse lahendab iga uurija isemoodi ja tulemuseks on kolmekordsed erinevused sama vanuse ja liigilise koostisega ning samasel mullal kasvavate puistute peente juurte biomassi hinnangutes. Paremal juhul lisatakse jaotusele ka diameetrid, millest peenemaid või jämedamaid juuri ühest või teisest klassist rääkides silmas peetakse. Näiteks on peened juured need, mille diameeter ei ületa poolt sentimeetrit. Erineva funktsiooniga juurte erinevust oskavad arvestada vaid üksikud juure-uurijad. Kui kirjatükki, kus puu massijaotus maapealses osas järgiks skeemi, milles kõik jupid, mis alla poole sentimeetri, on ühte klassi kokku võetud ja see klass sisaldaks nii okkaid kui peenemaid oksi, pole vist ühestki tõsiselt võetavas ajakirjas avaldada võimalik, on analoogilise jaotuse kasutamine juurte puhul justkui iseenesest mõistatav. Ometi on viiest millimeetrist peenemate juurte seas nii imijuured kui tugijuuri, milliste funktsioonid puu seisukohalt hoopis erinevad. Erinev on ka nende juurte uuenemiskiirus ning toodetud assimilaatide jaotus, samuti toitainete sisaldus juurtes. See kõik mõjutab arvestatavalt aineringe kiirust. Oleks loomulik, kui need erinevused ka mudelites kajastuksid. Aineringe adekvaatse kirjeldamise seisukohalt on juurte käibekiiruse (uuenemise määra) ja sellele käibele vastava juurte

massi tasakaal äärmiselt oluline, aineringe kiirust mõjutab oluliselt ka surnud materjali kõdunemise ja sealt pärinevate toitainete mineraliseerumise kiirused. Juurte uuenemiskiiruse, jämedusklasside ja funktsioonide seoste ignoreerimine suurendab oluliselt mudelite ebamäärasuse astet. Mudelite juuri kajastavate protsesside parema kirjeldamise eelduseks onjuurte parem uuritus ning tulemuste jõudmine kirjandusse ja ökoloogia (ökofüsioloogia) ning botaanika õpikutesse.

ROOTS IN MODELS OF NUTRIENT CYCLING

Unfortunately, understanding of the functions of different roots is inadequate among modellers and, also, among ecologists. This results in fact that quite often models of nutrient cycling include roots in much lesser detail than the aboveground parts. Different roots have different turnover rates and the differences in nutrient concentration in roots of different function are remarkable. This makes differences in the rates of nutrient fluxes considerable and ignoring this in models increases the model uncertainty. Improvement in modeling the root processes requires better understanding of the role and function of roots and this knowledge reaching wider scientific literature and textbooks.

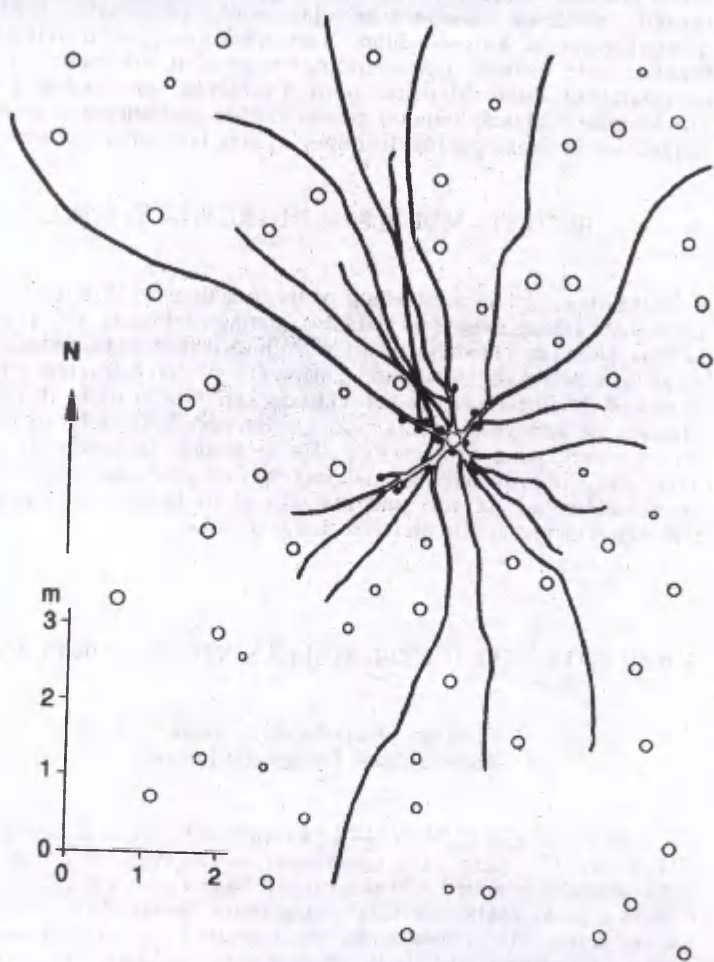
HARILIKU KUUSE JUURED MULLAS: STRUKTUUR JA ASETUS

Tõnu Oja ja Krista Lõhmus
Tartu Ülikooli Geograafia Instituut

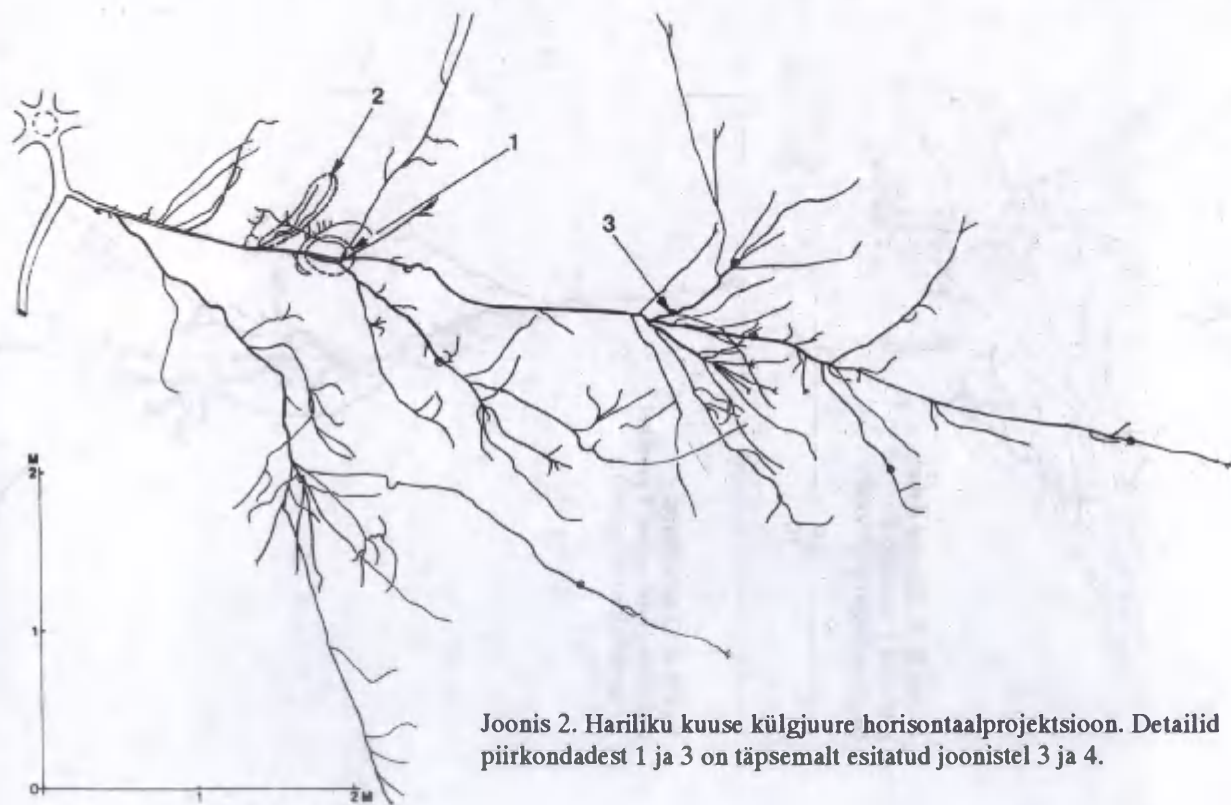
Vooremaal (58°42'N, 26°44'E) kasvava neljakümneaastase kuusiku (*Picea abies* (L.) Karst.) uurimise käigus kaevati 1981 aasta suvel käsitsi välja mudelpuude juured. Väljakaevamiste käigus jäädvustati juurte jaotus erinevate jämedusklasside kaupa ning juurte asetus. Novembris 1991 kaevati samas välja täiendava puu ühe peajuure kogu juurestik ning selle asetus kaardistati detailselt. Käesoleva ettekande eesmärk on demonstreerida juurte asetust mullas.

Puistu kasvab pruunil pseudoleetunud mullal moreenivoore nõlva alumises osas vanal põllul. Mulla ülemise 10 cm kihis lasuvustihedus on 1.0 g m⁻³, eripind 64.6 m² g⁻¹ ja huumusesisaldus 55%, järgmises 10 cm kihis on vastavad näitajad 1.22, 59.7 ja 3.1. Puistu oli uurimise ajal (1981) keskmise kõrgusega 18.6 m, rinnasdiameetriga 19.4 cm, rinnaspinnaga 48.9 m² ha⁻¹ ja tihedusega 1550 tüve hektaril. Imijuurte eripind oli 28.2 ± 1.0 m² kg⁻¹. Juurte osatähtsus kogu fütomassis oli 17.2% ning juurte juuredkasv 21.4% (ilma peenemate kui 1 mm diameetriga juurteta).

Puud, mille juurte asetus on esitatud lisatud joonistel, iseloomustavad järgmised näitajad: rinnasdiameeter 26.5 cm, kõrgus 24 m, elusvõra algus



Joonis 1. Mudelpuu juurekava asetus puistus. ○ - Naaberpuude asukoht, • - ankurjuured.



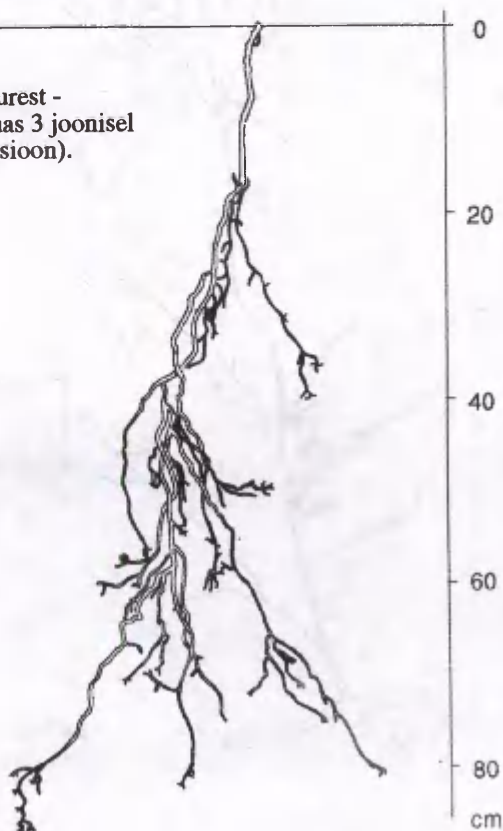
Joonis 2. Hariliku kuuse külgjuure horisontaalprojektsioon. Detailid piirkondadest 1 ja 3 on täpsemalt esitatud joonistel 3 ja 4.



Joonis 3. Külgsjuure detail,
piirkond 1 joonisel 2
(horisontaalprojektsioon).

0 10 20 30 cm

Joonis 4. Detail juurest -
ankurjuur piirkonnas 3 joonisel
2 (vertikaalprojektsioon).



11 m, tüve kuivmass 267.3 kg, okaste kuivmass 32.08 kg, võrsete kuivmass 11.7 kg, peaokste kuivmass 19.2 kg, kännu kuivmass 52.66 kg, juurte kuivmass (ilma alla 1 mm juurteta) 25.29 kg, võraprojektsiooni pindala 12.9 m² ja juurte kogupind (ilma alla 1 mm juurteta) 11.78 m².

Joonisel 1 on esitatud mudelpuu juurte asetus puistu teiste puude suhtes, joonisel 2 detailselt kaardistatud juure asetus ning joonistel 3 ja 4 selle detaile.

NORWAY SPRUCE ROOTS: STRUCTURE AND LAYOUT

Figure 1 presents root system of a Norway spruce excavated in 1981 in Vooremaa in a 40-year-old stand. Figure 2 gives a detailed map of a lateral root excavated in the same area in 1991 and Figures 3 and 4 add details of the lateral root.

IMIJUURTE ERIPIND - ÖKOFÜSIOLOOGILISTE KASVUMODELITE PARAMEETER

Ivika Ostonen

Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Aktiivselt talitlevate imijuurte eripind on ökofüsioloogilistes kasvumudelites kasutatav puu absorbeerivat pinda iseloomustava parameetrina (Kull & Kull, 1989). Eripind - pindala ja massi suhe - on üks paremaid üldiseid juurekarakteristikuid, mis iseloomustab imijuurte morfoloogilist struktuuri ning nende kontakti mullaga.

Käesolevas töös vaadeldakse hariliku kuuse (*Picea abies* (L.) Karst.) imijuurte eripinna dünaamikat vegetatsiooniperioodil ning analüüsitakse selle tähendust kasvumodelite jaoks. Tähelepanu pööratud ka imijuurte kudede tiheduse ja keskmise diameetri dünaamikale kasvuperioodil, kuna imijuurte eripind sõltub pöördvõrdeliselt juure läbimõõdust ja tema kudede tihedusest:

$$E = S / M = 4 / \rho d,$$

kus E - eripind, S - imijuurte pindala, M - imijuurte mass, ρ - imijuurte kudede tihedus, d - imijuurte keskmine diameeter.

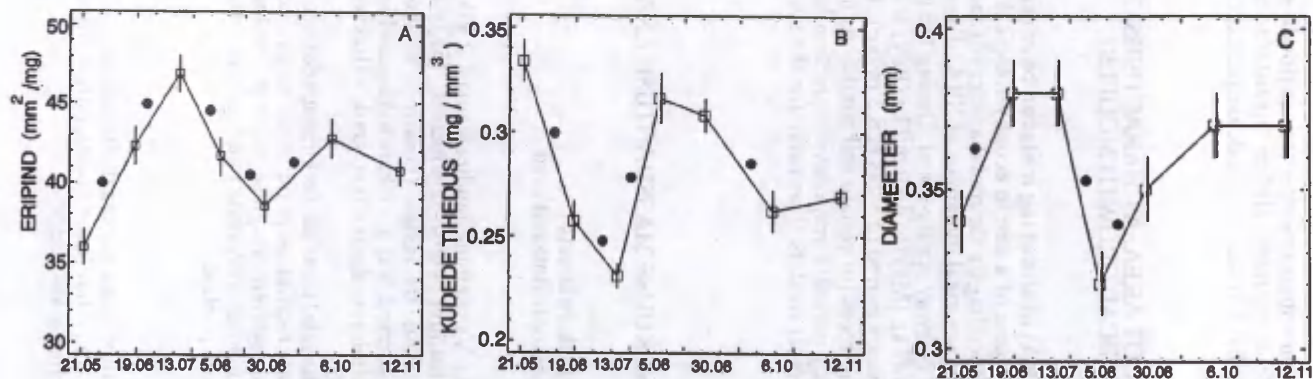
Peente juurte diameeter ja eripind on liigispetsiifilised ning sõltuvad kasvukohast ja mullatingimustest, mistõttu tuleb nimetatud parameetrid määrata iga liigi ja kasvukoha jaoks eraldi (Lõhmus et al, 1989; Persson, 1992). Imijuurte eripinna sesoonset dünaamikat ja kudede tihedust ei ole

okaspuudel seni uuritud. Selle karakteristikü väärtus varieerub ühe juure erinevate osade ja juuretipude vahel ning sõltub eelkõige vanusest. Kasvavate juurte nooremad osad on suhteliselt väiksema kuivaine sisaldusega ning suurema funktsionaalse aktiivsusega. Kuuse imijuured on enamasti ektomükoriisad, seetõttu on nii juurte mass kui ka mõõdmed mõjutatud mükodermi olemasolust, mille proportsioon võib olla iga kord erinev.

Hariliku kuuse imijuurte sesoonset dünaamikat uuriti 1994. aastal Roela III proovialal, keskealises ja boniteedi kuusikus näivleetunud pruunmullal (prooviala kirjeldus Lõhmus & Oja, 1983). Imijuurte proovid võeti kasvuperioodil kord kuus (maist novembrini), piki märgistatud juhuslikku transekti, kõdust ja pindmisest 20 cm mullakihist. Imijuurte proovid pesti ja puhastati mineraalosakestest binokulaari all, loendati juuretipud, pildistati Micrat-300 filmile, kuivatati termokapis 105° juures konstantse kaaluni ning kaaluti 0.01 mg täpsusega. Fotod tehti 10-kordse suurendusega, millelt mõõdeti skaneerides eripinna määramiseks juurte pindalad. Keskmise diameetri saamiseks mõõdeti fotodel kõikide juurte läbimõõdud ühesentimeetirise sammuga ning võeti aritmeetiline keskmine. Lisaks mõõdeti vegetatsiooniperioodi vältel proovialal mullatemperatuuri 10 cm sügavusel ning võeti mullaproovid 5-10 cm sügavusest mullakihist veesisalduse määramiseks.

Ülalnimetatud kolm, imijuuri mitmest aspektist iseloomustavat karakteristikut (eripind, kudede tihedus ja keskmine diameeter) varieerusid kasvuperioodi vältel oluliselt (joon. 1). Mulla temperatuuri ja veesisalduse kõikumised avaldasid mõju imijuurte kasvule, mis on kooskõlas mitmete varasemate uurimistulemustega peente juurte kasvu sõltuvusest nendest ökoloogilistest teguritest. Imijuurte kasv intensiivistus vegetatsiooniperioodi jooksul kaks korda - juuli ja oktoobri alguses. Suve esimesel poolel (juuni-juuli algus) moodustus intensiivselt uusi imijuuretippe, suurenes noorte imijuurte osakaal ja kudede tihedus vähenes vastavalt. Südasuvel tekib meie tingimustes tavaliselt sademete vähesuse ja aasta kõrgeimate soojakraadide tõttu mulla veesisalduse tugev kahanemine. 1994. a. suvel muutus vesi mullas juurtele raskesti kättesaadavaks juuli teisel poolel ning oli seda ka augusti alguses. Imijuurte kudede tihedus suurenes 5. augustiks, võrreldes 13. juulil mõõdetuga, 31% võrra.

Olenevalt imijuurte kudede tihedusest ja keskmisest diameetrist varieerub eripind kasvuperioodi vältel kuni 1.3 korda (joon. 1.). Väikseim eripinna väärtus fikseeriti 21. mail (35.9 m²/kg); imijuurte kasv oli juba alanud. Suurim eripind mõõdeti 13. juulil (46.9 m²/kg). Uuritud sesooni jooksul ei õnnestunud mõõta imijuuri nende täielikus puhkeseisundis, sest juured kasvasid sel aastal veel ka novembris, kuna mullatemperatuur oli novembri alguses üle 5°C. Eripinna väärtuseks puhkeperioodil on arvestatud 1981. aastal K. Lõhmuse *et.al* (1989) poolt mõõdetud 28.2 m²/kg (mõõdetud kõdus ja 0 - 40 cm mullahorisondis). Seega imijuurte eripind on 22 - 40 % kõrgem sel perioodil, kui nende poolt aktiivselt omastatakse aktiivselt vett ja toitaineid. Järelikult tuleks antud mullatingimuste korral ökofüsioloogilistes kasvumudelites eripinna väärtuseks kasvuperioodil võtta 41 - 42 m²/kg. Kuna eripind muutub seoses imijuurte aktiivsete kasvuprotsessidega, on alust arvata, et ka



Joonis 1. Hariliku kuuse imijuurte eripinna (A), kudede tiheduse (B), keskmise diameetri (C) varieeruvus kasvuperioodil (1994).

● - statistiliselt usaldusväärne erinevus

teistsugustes mullatingimustes on eripinna väärtus kasvuperioodil suurem. Lähtuvalt eelöeldust on mudelite loomisel oluline täpsustada imijuurte eripinna mõõtmise aeg ning juhul kui see on mõõdetud puhkeperioodil, tuleks teha vastav parand.

SPECIFIC ABSORBING ROOT AREA: A CHARACTERISTIC FOR ECOPHYSIOLOGICAL GROWTH MODELS

The specific root area (SRA) of absorbing roots can be considered a characteristic of the absorbing area of a tree in ecophysiological growth models. SRA is reciprocally depending on the root diameter (d) and on the density of root tissues (ρ). The seasonal dynamics of SRA, d and ρ was investigated in a 50-year-old Norway spruce stand. During the growing period SRA varies from $35.9 \text{ m}^2/\text{kg}$ (May) to $46.9 \text{ m}^2/\text{kg}$ (July) and is 22 - 40 % higher than in the dormancy period of roots ($28.2 \text{ m}^2/\text{kg}$). Thus, in the case the SRA of absorbing roots for certain soil conditions has been measured during the dormancy period, a respective correction has to be made for use in ecophysiological models. The value for the site would equal to $41 - 41 \text{ m}^2/\text{kg}$.

MADALABONITEEDILISE KUUSE MASSIJAOTUSE ANALÜÜS

Jaak Palumets
Tartu Ülikooli Botaanikaaed

Meetodid. Prooviala asus Vasalemma raudteejaamast 2 kilomeetrit lõuna pool tarna kasvukohatüübi kuuse-segametsas (5Ku3Ks2Mä) pseudoleetunud pruunmullal. Kuue 91-aastase (keskmise kõrgus 8,9 m, $d_{1,3}$ 12,2 cm ja vanus 91 ± 3 a., boniteet Va) mudelpuu töötlemisel kasutasin modifitseeritud Moltshanov- Smirnovi metoodikat, juurte väljakaevamisel järgisin Lõhmust ja Oja (1983).

Vasalemma kuusiku võrdlemisel teiste samas kliimapiirkonnas uuritud kuusepuistutega selgub, et kõrge tootlikkusega puistutes on puu keskmine mass ja juurdekasv 6-12 korda suurem. Aeglase kasvu poolest sarnaneb Vasalemma kuusk areali põhjaosas kasvavate puudega, ent erineb neist 2-3 korda suurema juurdekasvu poolest.

Aeglane kasv on tingitud:

1. ebapiisavast ja tasakaalustamata mineraaltoitumisest.
2. juurte suurest osast assimilaatide kasutamisel, millele viitab juurte ebataavaliselt kõrge suhteline mass - 33.9%.

Fütomass ja produktiivsus. Vasalemma metsa 91-aastase kuusekomponendi fütomassi ja tootlikkuse andmed on esitatud järgnevas tabelis:

Tabel 1

Vasalemma metsa kuusekomponendi fütomass ja juurdekasv

Fraktsioon	Fütomass		Juurdekasv	
	t ha-1	%	t ha-1	%
Tüvi, puit	11.7	29.2	0.44	16.5
koor	2.6	6.5	0.10	3.8
Elusad oksad	6.1	15.2	0.39	14.6
Surnud oksad	1.2	3.0	-	-
Okkad	4.9	12.2	0.89	33.5
Känd	3.7	9.2	0.17	6.4
Juured	9.9	24.7	0.67	25.2
Kokku	40.1	100.0	2.66	100.0

Massijaotus. Vasalemma kuuse massijaotus on väga omapärane, millele kirjanduses leidub vaid üks analoog Komist. Juurte, okaste ja okste suhtelised massid on tunduvalt kõrgemad kui samavanustel kuuskedel tavaline. Tüve osa on vastavalt väiksem. Selline massijaotus on omane noortele või soistel igikeltsa-aladel kasvavatele puudele.

Juurestiku ehitus. Juurte massijaotuse uurimiseks jagasin nad viide klassi jämeduse ja kümnesse klassi kauguse järgi kannust. Võrreldes tulemusi kirjanduse andmetega selgub, et juurte massi jaotus jämeduse järgi ei sõltu puistu boniteedist.

Tabel 2

Vasalemma metsa kuusekomponendi juurte massi ja juurdekasvu jaotus jämeduse järgi:

Jämedusklass, mm	> 20	20 - 10	10 - 5	5 - 1	< 1
Protsentjaotus	74.8±2.7	9.2±1.0	6.1±0.8	5.6±0.8	4.3±1.0
Fütomass, ts/ha	73	9	6	9	2*
Suht. juurdekasv %	5.4±1.0	6.0±0.9	8.9±1.0	17.2±2.3	19.1
Juurdekasv ts/ha	3.9	0.5	0.5	1.5	0.3*

* Tabeli viimase veeru numbrid kehtivad juurte väljakaevamisel kätte saadud osa kohta, mis hinnanguliselt on 80% nende kogumassist.

Juurestiku suur suhteline mass Vasalemma kuusel on seotud tema morfoloogiaga. Juured väljuvad kannust kahe-kolme horisontaalse kihina. Seetõttu on känd pikk, kuid pole siiski massiivne, moodustades 29,5%

juurestiku massist. 25 enam-vähem samaealises kuusepuistus on kännu osa juurestiku massist keskmisena $58 \pm 3\%$. Juurte horisontaaljaotuse sõltuvust kaugusest tüvest kirjeldab kõige paremini hüperboolne kõver.

Alla 2 mm läbimõõduga juurte kaugusjaotus erineb tunduvalt jämedate juurte kaugusjaotusest. Nende mass kännu läheduses on väike ja saavutab maksimumi umbes 1 m kaugusel. Kuuse juurte vertikaalne jaotus Vasalemma metsas praktiliselt puudub, sest sügavamale kui 10 cm kuuse juured ei tungi.

PHYTOMASS ALLOCATION IN A LOW GROWTH CLASS NORWAY SPRUCE IN ESTONIA

A spruce component of the mixed spruce-birch-pine forest at Vasalemma was investigated. The soil type of the site is gley-brown-lessive. Norway spruce grows here on the boundary of its adaptability. Factors limiting growth are poor nutrition and poor soil aeration. Adaptation is achieved at the cost of the extreme pattern of phytomass partitioning (table 1). Fractional distribution of root phytomass and productivity is presented in table 2.

TERAVILJAPÕLDUDE JUUREVARIS

Priit Penu

EPMÜ Mullateaduse ja Agrokeemia Instituut

Osa agroökosüsteemide bioproduktisioonist satub varise koosseisus mulla elusfaasi toitumishelatesse, mille kaudu varises talletunud energia ning toitained mõjutavad muldade viljakust ja nende ökoloogilist seisundit. Ka on maa-aluse orgaaniline aine varu tähtis mineraalelementide allikas ja huumuse tekkimise peamine eeldus.

Teraviljapõldude varis koosneb järgmistest komponentidest: maa-pealne varis (tüü, umbrohud, koristuskoad) ja maa-alune varis (juurestik). Teraviljapõldudel pärineva autohtoonse orgaanilise aine uurimiseks rajati 1991.a. uurimisala Lääne-Saaremaal teraviljatootmispõldudele. Töös uuriti maa-aluse varise ühte osa - maa-alust varrepikendust (below ground stem) koos võrsesõlmest lähtuvate lisajuurtega (edaspidi MAV). Variseproovid koguti tüüst ülessikutamise teel, kusjuures uuritav osa eraldati igast proovist kümnel mudeltaimel ja saadud tulemus kanti üle kogu proovile. MAV kuivmass on väljendatud tuhavaba orgaanilise ainena (tabel). Uurimuses käsitletav MAV paikneb odral kuni 3 cm ja rukkil kuni 5 cm sügavuses pindmises mullakihis.

Odra (O) ja rukki (R) MAV ja tüü massid tuhavaba orgaanilise ainenä (gm^2)

Näitaja	1991		1992		1993		1994	
	O	R	O	R	O	R	O	R
MAV	61.5	141	41.3	113.2	38.9	50.2	58.9	80.6
Tüü	150.1	219	108.6	126	127.1	223.3	171.3	263
Tüü:M AV	2.4	1.6	2.6	1.1	3.3	4.4	2.9	3.3
Rukis:oder	2.3		2.7		1.3		1.4	

Tabelist selgub, et maa-aluse varise hulk varieerub aastate ja kultuuride lõikes. Odrapõldudel ulatub kogu MAV kuivmass 39...62 g m^2 , rukkil 50...141 g m^2 . Maapealse ja maa-aluse varise suhete võrdlemisel näeme, et esimesel kahel aastal on odra puhul juurte osakaal varises väiksem kui rukkipõldudel, kuid kahel viimasel aastal on tendents vastupidine. Siinjuures tuleb märkida, et maapealse varise suurus mõjutab oluliselt koristamiskõrgus, mis on rukkil oluliselt kõrgem. Arvutades tulemused üle mingile konstantsele tüüi kõrgusele (10 cm) selgub, et rukkijuurte osakaal tõuseb enam võrreldes odrajuurtega.

Maa-aluste variste võrdlemisel kultuuride lõikes selgus, et rukki MAV ületab odra vastavat näitajat olenevalt aastast 1.3...2.7 kordselt. Järelikult on rukki juurestik tunduvalt suurem orgaanilise aine allikas ja seega on rukkil oluline roll külvikorras orgaanilise aine varude täiendajana.

Agroökosüsteemide erinevus looduslikest ökosüsteemidest seisneb selles, et tarbija eemaldab suure osa orgaanilisest ainest oma vajadusteks ning seega omandavad kohapealt pärineva orgaanilise aine tagastajana suurema rolli inimesele mittesobivad taimeosad, mis aitavad tasakaalustada mulla orgaanilise aine bilanssi.

BELOW-GROUND LITTERFALL OF CEREALS

From 1991 to 1994 the amounts of below-ground litterfall (below-ground stems, nodules and secondary roots) of barley and rye were studied. The results are presented in table. The amounts of below-ground (BG) crop residues are expressed as ash free organic matter. As expected, the BG mass is from 1.3 to 2.7 times higher in rye fields. In rye field stubble: the BG ratio ranges between 1.1 and 4.4, on barley fields between 2.4 and 3.3, it depends primarily on stubble height.

POHLA KASVUPARAMEETRID ERINEVATES METSATÜÜPIDES

Ulve Pihlik
Tartu Ülikooli Farmaatsia Instituut

Pohl (*Vaccinium vitis-idaea* L.) on väga laia ökoloogilise amplituudiga liik, kuid Eestis on tema peamine levikuala arumetsades seotud sambliku-, pohla- ja kanarbiku kasvukohatüübi (edaspidi kasvukohatüüp = tüüp) männikutega.

Töö eesmärgiks oli selgitada pohla isendite maapealsete ja ka maa-aluste osade kasvuparameetrite varieeruvus ning parameetrite võrdlemine erinevates tüüpides. Eelpool nimetatud kolmes tüübis prepareeriti üle Eesti 6 metskonnast kokku 60 pohla isendit: 28 sambliku, 27 pohla ja 5 kanarbiku (isendite vähesuse tõttu jäi edaspidisest võrdlusest välja) tüübist.

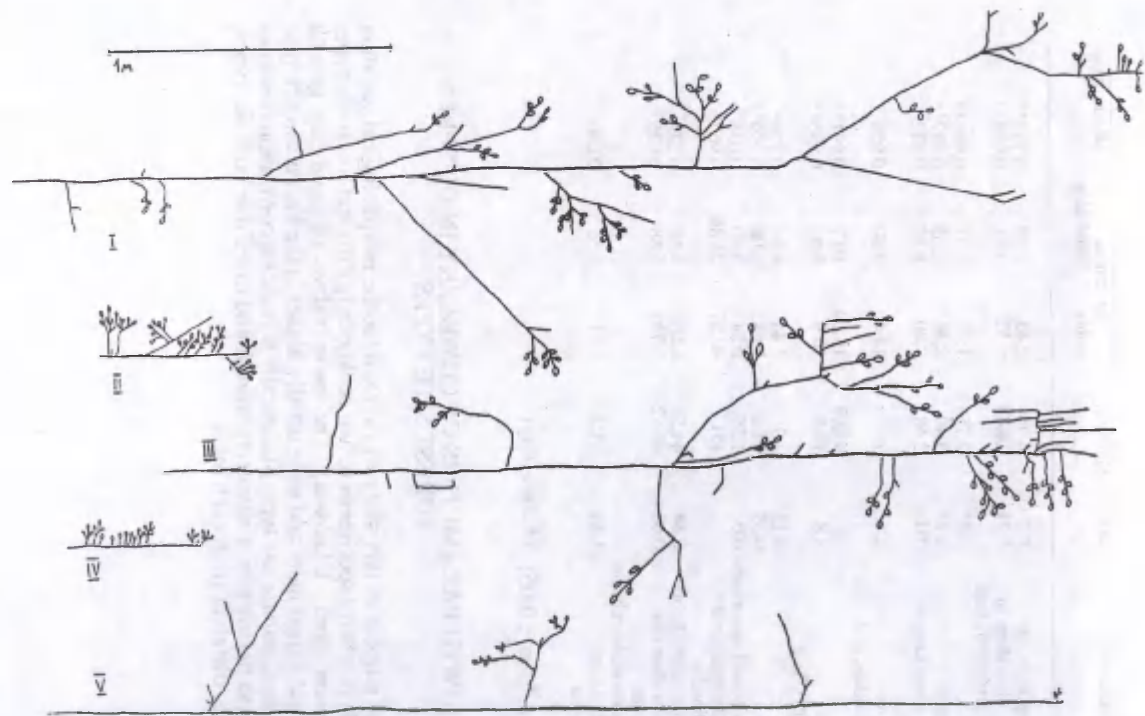
Kõigil prepareeritud isenditel mõõdeti järgmised kasvuparameetrid: risoomi pikkus (cm), risoomi üldpikkus s.o. kõigi risoomiharude summa (cm), esimese fotosünteesiva s.o. lehtedega võrse kaugus risoomi lõpust (cm), fotosünteesivate võrsete arv risoomil ja nende pikkused (cm), harunemispunktide arv risoomil (nii võrsete alguspunktid kui ka risoomi harunemispunktid), risoomi diameeter vanas ja kasvavas osas ning maksimaalne (mm), maapealsete puitunud osade (varte) ja maa-aluse risoomi absoluutkuiv (105°C) mass.

Käesoleva töö eripäraks, võrreldes enamiku varasemate töödega pohla morfoloogia alal, on asjaolu, et uuriti kogu terviklikku isendit ning prepareeritud isendite hulk võimaldas saadud andmete statistilist analüüsi.

Enamiku kasvuparameetrite puhul on pohla tüübis parameetrite varieeruvus suurem kui sambliku tüübis. Selle põhjuseks on ekstreemsed ökoloogilised tingimused sambliku tüübis, mistõttu kasvuparameetrid varieeruvad seal suhteliselt vähe.

Kasvukohatüüpide keskmisi pohla kasvuparameetreid võrreldi Studenti t-testi abil. Selgus, et erinevus enamiku kasvuparameetrite vahel (v.a. võrsete arv risoomil, esimese fotosünteesiva võrse kaugus, mitmed suhted) on statistiliselt oluline. Saadud tulemus on ootuspärane, kuna pohla tüübis on kasvutingimused, eelkõige mullaniiskuse ja -viljakuse, taimede kasvuks tunduvalt soodsamad kui sambliku tüübis.

Pohla kasvuparameetrite vahel esines mitmeid tugevaid ($r > 0.7$) korrelatiivseid seoseid. Kuid kasvuparameetrite ja mullaomaduste vahelised seosed olid nõrgad või puudusid. Kasvukohatingimustest esines seos kasvuparameetritega vaid puistu täiusel, samblarinde katvusel ning süsiniku ja lämmastiku suhtel. Kuigi mõlema tüübi korral esines sarnaseid korrelatiivseid seoseid, on erinevus kahe tüübi vahelistes seostes küllaltki suur.



Joonis. Erinevatest kasvukohtadest prepareeritud pohla isendid.

Pohla kasvuparameetrid erinevates metsatüüpides

Kasvuparameeter	Minim.-Maksim.		Keskmine		Usaldusnivoo
			pohla	sambliku	
Risoomi pikkus, m	0.2	4.94	2.43	1.77	0.993**
Risoomi üldpikkus, m	0.21	16.89	6.32	3.81	0.994**
Risoomi diameeter, mm:					
vana osa	0.75	2.75	1.72	1.41	0.994**
maksimaalne	1.25	3.40	2.40	2.05	0.997**
Esimese võrse kaugus lõpust, m	0.02	2.68	0.80	0.65	0.822
Võrsete arv	2	70	14.40	9.60	0.920
Võrsete pikkus, cm:					
summa	19	492.9	152.9	80.7	0.991**
keskmise	4.8	19.8	10.9	8.6	0.998**
Mass (105°C), g:					
varred	0.15	4.9	1.46	0.84	0.979*
risoomid	0.35	14.1	5.88	3.08	0.999**
Varte ja risoomi massi suhe	0.05	1.55	0.34	0.40	0.038
Harunemispunktide arv	4	161	40.37	24.86	0.967*
Võrsete tihedus:					
arv risoomi meetri kohta	0.88	44.58	6.68	8.15	0.279
arv risoomi elusa osa meetri kohta	0.68	40.62	2.73	5.88	0.025
Harunemispunktide tihedus					
risoomi elusa osa meetri kohta	1.86	34.2	6.11	8.56	0.056

Märkus: * - $p < 0.05$; ** - $p < 0.01$

GROWTH PARAMETERS OF COWBERRY IN DIFFERENT FOREST SITE TYPES

The purpose of this study was to examine the morphological variation of whole cowberry specimens in two ecologically different forest site types (*Vaccinium* and *Cladonia*). The mean values of cowberry growth parameters varied more and were usually higher in the *Vaccinium* site type than in the *Cladonia* site type. Statistically significant correlations between the growth parameters of cowberry were found to exist in both site types, although, different from each other.

RISOOMSETE KÄPALISTE JUUREÖKOLOOGIAST

Ülle Püttsepp

Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Parasvöötme käpaliste (*Orchidaceae*) maa-aluseks säilitusorganiks on mugulad või risoomid. Risoomsetel käpalistel on enamasti sümposidialne risoom ja iseloomulikud lihtsad pikad lihakad juured, mis ulatuvad mullaruumi kaugematesse osadesse. Risoomi kasvavas osas tekivad võsupungad. Käpaliste maa-alune osa säilib mullas ja punga(de)st moodustub vegetatsiooniperioodil maapealne võsu. Paljudel liikidel on võsude tekkimine ja arv ebaregulaarne ja võib tõenäoliselt oleneda risoomi varuainete hulgast.

Käpaliste ökoloogilistes suhetes on oluline sümbioos mükoriisaseenega. Endomükoriisa erijuht, orhidoidne mükoriisa, on omapärase struktuuri ja füsioloogiaga, sarnanedes kõige enam monotropoidse mükoriisaga. Kandseente (*Basidiomycota*) hulka kuuluvad käpaliste sümbioosipartnerid on võimelised ka vabalt elama mullasaprofüütidena või parasiitidena teistel taimedel. Seenega nakatuvad käpalised kahes staadiumis:

- 1) primaarne infektsioon - hüüfid tungivad idanevasse seemikusse;
- 2) reinfektsioon täiskasvanud orhidee juurtesse.

Mõlemal juhul on infektsiooni arenemine ja struktuur sarnased. Rakkudes moodustavad hüüfid puntrakujulisi "pelotone". Teatud aja järel pelotonid degeneraeruvad, kestad õhenevad ja hüüfid kaotavad sisaldise, muutudes struktuurituks massiks, mis difundeerub taime raku. Rakk on valmis reinfektsiooniks. Kui käpalise ja seene vahel esineb liigispetsiifilisus, on jäänud küsimus, kas see eksisteerib seemikute ja juurte suhtes sarnaselt või võib varieeruda.

On näidatud süsinikuühendite vastastikust liikumist seene ja taime vahel. Aastaid maa all arenev seemik saab seenelt süsinikuühendeid ja teisi elutähtsaid aineid. Tegelikult süsinikuallikaks seemikule looduses võivad olla orgaanilised jäägid mullas, mida seen lüüsib. Ebaselge on süsinikuühendite ülekandmise olulisus seenelt täiskasvanud taime fotosünteesivasse võsusse.

Antud töö käsitleb risoomsete käpaliste mükoriisust kui võimalikku risoomsete käpaliste populatsioonidünaamikat mõjutavat aspekti. Tulemused on esialgsed ja kirjeldavad.

Materjal ja meetodid. Uuritud on *Cephalanthera longifolia* juurestiku ehitust, risoomide vegetatiivset liikuvust ja *C. longifolia* (albinootiline ja normaalsed isendid), *Epipactis atrorubens*, *Cypripedium calceolus* mükoriisust.

Taimede kasvukohad: *Cephalanthera longifolia* - Laelatu puisniit (aruniit), Saaremaa (alvar), *Epipactis atrorubens* - Saaremaa (palumännik), *Cypripedium calceolus* - Ussisoo (sinilille-laanekeusik). Mükoriisa on värvitud trüpaansinisega Koske ja Gemma (1) meetodil.

Tulemused ja arutelu. Vaadeldud liikidel *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis atrorubens*, *Cypripedium calceolus*, on juured enamasti lihtsad, omades juure kogupikkusega (40-60 cm) võrreldes lühikesi, vaid esimese järgu küljuuri. Kolme esimesena nimetatud liigi risoomid on sarnased - jämedad, kokkusurutult kompaktsed, millest tihedalt lähtuvad juured. Risoom asub mullas vertikaalselt või poolviltu. Vanemate taimede risoom võib olla korduvalt harunenud ja omandanud keeruka kõveriku kuju. Endiste võsude armide järgi risoomil on võimalik kindlaks teha varasemate maapealsete võsude moodustumise aastad, risoomi iga-aastase juurdekasvu abil saab määrata taime vanust. Vanadel taimedel risoomi algusots kõduneb, kuid ligikaudu kuni 25-30 aastane hilisem risoomiosa võib säilida elusana. Tolmpeade (*Cephalanthera*) ja tumepunase neiuvaiba (*Epipactis atrorubens*) risoomi aastane juurdekasv on väike, 1 mm või vähem. Juured ja arvatavasti ka risoom kontrakteeruvad, tõmmates risoomi sügavamale maa sisse. Valge tolmpea (*Cephalanthera longifolia*) risoom asub keskmiselt 8-10 cm sügavusel. Erinevalt eelmistest liikidest on kuldkinga (*Cypripedium calceolus*) risoom pikem, tagades taimele suurema vegetatiivse liikuvuse.

Käpaliste juurestik moodustab vastastikustel sümbiootilistel suhetel funktsioneeriva elussüsteemi mükoriisaseentega. Mükoriisa ulatus (nakatunud koorerakkude hulk) sõltub mitmetest ökoloogilistest teguritest, kasvukohast ja liigist. Esialgsed vaatlused näitavad, et kuldkinga täiskasvanud taime juurtes mükoriisa puudub, valgel tolmpeal on vähe ja lokaalselt seenehüüfidega nakatunud piirkondi. Tumepunase neiuvaiba juured (foto 1) sisaldavad mükoriisat ligikaudu 60% ulatuses (valim on taimede harulduse tõttu väike ja hinnang põhineb konkreetsetel üksikutel isenditel). Siiski näib mükoriissus sõltuvat käpaliste individuaalsest füsioloogiast ja võib elu jooksul varieeruda. Albinootilise valge tolmpea (kogu võsus puudub klorofüll) juured olid ülitugevasti mükoriissed, kontrastina sama kasvukoha liigikaaslastele, kelle juurtes oli hüüfe vaid üksikutes koorerakkudes. Muidugi on mükoriissus albinootilisele taimele eksisteerimiseks hädavajalik, normaalsete roheliste taimede puhul aga on seenelt taimele kanduvate süsinikuühendite olulisus ebaselge. See ekstreemne näide looduses (albinism) näitab käpaliste täiskasvanud taimede funktsionaalset mükoriisasõltuvust.

Kirjandus:

1. Koske R.E., Gemma J.N. (1989): A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. Mycol. Res. 92 (4): 486-505.



Foto 1. Puntraks keerdunud seenehüüfid, pelotonid, tumepunase neiuvaiba *Epipactis atrorubens* juure koore rakkudes. Suurendus 200 x.

ON ROOT ECOLOGY OF TERRESTRIAL ORCHIDS

The morphology of root system of terrestrial orchids *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis atrorubens* and *Cypripedium calceolus* has been described. Comparing the mycorrhizas of normal green plants of *Cephalanthera longifolia* and the albinotic specimen it could be concluded that the mycorrhiza of mature plants may have facultative character, depending on the individual plant and habitat. *Epipactis atrorubens* showed heavy mycorrhizal infection and *Cypripedium calceolus* no infection in roots.

MULLA JA JUURTE KARAKTERISTIKUTE MÕJU TAIME TRANSPIRATSIOONILE JA FOTOSÜNTEESILE MUDELARVUTUSETE PÕHJAL

Juhan Ross
Eesti TA Astrofüüsika ja Atmosfäärfüüsika Instituut
Sinaida Bichele
Eesti Põllumajandusülikool
Heino Moldau
Tartu Ülikool

On loodud nn. "suure lehe" mudel, kus taim koosneb mullas ühtlase tiheduse ja võrdse diameetriga vertikaalsetest juurtest, vastastikku üksteist mittevarjutavatest horisontaalsetest lehtedest ja varrest. Vee liikumist süsteemis "muld-juur-vars-leht-õhk" kirjeldatakse mittelineaarse võrrandsüsteemi abil, lehe fotosünteesi üldistatud hüperboolse valemi ja hingamist McCree malli järgi. Õhupilude takistus esitatakse empiirilise funktsioonina kiirgusest, lehe veepotentsiaalst ja veeauru kontsentratsiooni vahelise leht-õhk. Lehe temperatuur määratakse lehe soojusbilansi võrrandi kaudu. Arvutused näitavad, et taime transpiratsioonis ja fotosünteesis on oluliseks karakteristikukstaima juure- ja lehepinna suhe. Määratakse fotosünteesi ja transpiratsiooni olenevuse lähteparameetrite väärtustest, arvutatakse protsesside päevased käigud pilvitu ilma tingimustes ja kahe nädala pikkune kulg sademeteta perioodil, mil mulla veepuudus hakkab piirama protsesside kulgu. Taime transpiratsiooni sõltuvus mulla veepotentsiaalst on mittelineaarne ja mitteühene ning sõltub meteoroloogilisest, pedoloogilistest ja taime biofüüsikalistest parameetritest. Sama kehtib taime fotosünteesi puhul. Rõhutatakse, et taimejuurte pindala ruumilise jaotuse ja juurepinna ajalise dünaamika vähene uuritus on tõsiseks takistuseks taime transpiratsiooni ja fotosünteesi mudelite täiustamisel. Hamburgis 1995. a. aprillis toimunud Euroopa geofüüsika Seltsi XX Peaassambleel geofüüsikute poolt loodud taime ja taimkatte transpiratsiooni mudelites toimusid kõik taimed ilma juurteta.

INFLUENCE OF THE SOIL AND ROOT SYSTEM CHARACTERISTICS ON PLANT TRANSPIRATION

A big-leaf model of plant photosynthesis and transpiration with special attention to stomatal regulation and water movement in the system "soil-root-leaf-air" has been presented. Stomatal resistance depends on the leaf water potential Ψ_L , photosynthetically active radiation and the difference of water vapour concentration between leaf and air. The important parameter of transpiration is the ratio between root-leaf area S_R/S_L . Soil properties are characterized by the soil water potential Ψ_S and hydraulic conductivity. The curve of plant transpiration E_L versus Ψ_S is nonlinear and the shape of this curve depends on the root-leaf ratio S_R/S_L . For describing the dependence of plant gross photosynthetic rate on Ψ_S there are no unified curves. The shape of the curves depends on soil characteristics and on the root-leaf ratio S_R/S_L .

LÜHI- JA PIKKVÕRSETE ERISTAMISEST SÜMPODIAALSETEL RISOOMIDEL

Marek Sammul
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Paljude sümpodiaalsete risoomidega taimede puhul on eristatud pikk- ja lühivõrseid. Definitsiooni järgi on **pikkvõrsed** pikkade ja **lühivõrsed** lühikeste sõlmevahedega. Looduses eksisteerib aga sõlmevahede pikkuste sujuv muutumine ning teatud miinimumi ja maksimumi vahel on paisavalt suure valimi korral teatud sagedustega esindatud kõik väärtused.

Sümpodiaalsetel risoomidel areneb ühest kasvukuhikust mingi pikkusega varreosa, mis käändub maa peale ja tekitab seal võsu. Maa all tekib külgpungast uus sümpodiaalne üksus. Iga selline üksus on omaette **ramet**. Mitme külgpunga korral võib tütarrameteid olla mitu. Vastavalt tipmise kasvukuhiku elueale võib ramet olla ühe- või mitmeaastane. Rametite pikkuskasvud on erinevad ja seetõttu on ka võsu kandvate risoomiharude pikkused erinevad.

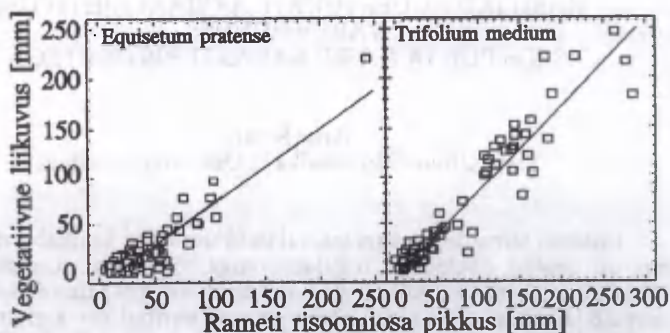
Geobotaanilistes uurimustes on huvi keskmes võsude kaugused üksteisest. Võsu kaugus sama klooni eelmisest võsust (tütarovõsu kaugus emavõsust) projekteerituna horisontaalpinnaile on rameti **vegetatiivne liikuvus**, mis sõltub **rameti risoomiosa pikkusest** (joonis 1) ja erineb sellest erineva kasvunurga ning kõveruse korral. Nii rameti risoomiosa pikkus kui ka vegetatiivne liikuvus on mõlemad sageli lognormaalse jaotusega (joonis 2). Kui lõhestada see jaotus kaheks, s.t. pikk- ja lühivõrseteks, ükskõik, kas pikkuse või liikuvuse järgi, on võimalik saada statistiliselt erinevaid grappe, kuid nende erinevus ei kajasta looduses tegelikult eksisteerivat varieerumist, vaid meie meelevaldset otsust

paigutada mingist arvulisest väärtusest väiksemad või suuremad erinevatesse klassidesse.

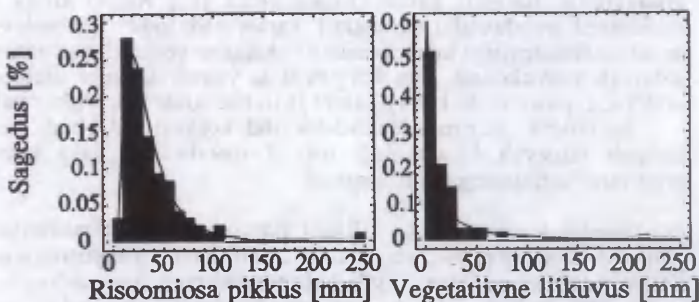
Rameti risoomiosa pikkus on seotud tema asendiga maapinna suhtes ja punga asukohaga risoomil. Mida sügavamal pung arenema hakkab, seda pikem peab olema risoomiharu kasv, et jõuda maapinnani. Risoomi kasvusuunda määravad tegurid ei ole täpselt teada. Võib oletada, et mõju avaldavad emarisoomi asend maapinna suhtes, punga tekkimise ning uue haru arenema hakkamise aeg, lehekese, mille kaenlas pung on tekkinud, suurus ja tugevus, risoomi jämenemine ning gravitropism. Mõningatel liikidel on nende tegurite koosmõju selline, et lühi- ja pikkvõrseid eristuvad. Sellisel juhul on kas rametite risoomiosa pikkuse või vegetatiivse liikuvuse sagedusjaotusel kaks maksimumi (joonis 3), lühivõrsete maksimum ja pikkvõrsete maksimum. Sõltuvalt sellest, kummal jaotusel pikkvõrsete maksimum ilmneb, võib eristada pikk- ja lühivõrseid kas pikkuse või liikuvuse mõttes. Kui eristumise põhjuseks on kasvu iseärasused, ilmneb pikkvõrsete maksimum suure tõenäosusega peale pikkuse jaotuse ka liikuvuse jaotusel ning pikkuse ja liikuvuse vahel esineb tugev seos nii pikk- kui lühivõrseil. Kui eristumine toimub vaid vegetatiivsel liikuvusel, on pikkvõrsete pikkus eeldatavasti ligikaudu võrdne nende liikuvusega ja mõlemad on suure varieeruvusega, lühivõrsete pikkuse ja liikuvuse seos on aga märgatavalt nõrgem ja pikkus on liikuvusest palju varieeruvam.

DIFFERENTIATION OF SHORT AND LONG RUNNERS OF SYMPODIAL RHIZOMES

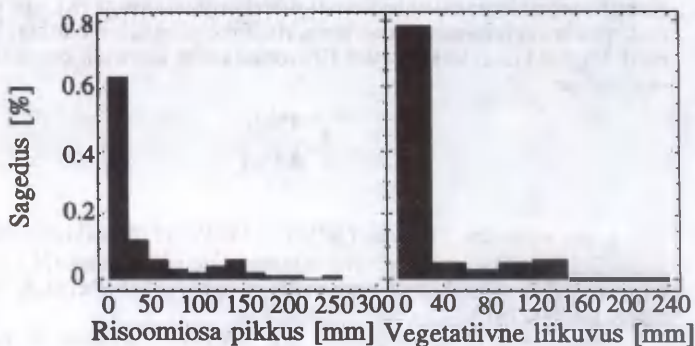
Spacer length and vegetative mobility of ramets are often not equal. In the case of majority of investigated clonal herbs, the frequency distributions of both are lognormal. In this case the differentiation of short and long runners is the simplification caused by investigators. However, the difference between short and long runners exists, if one or both frequency distributions have two maximums. The reasons for different growth of short and long runners might be connected to the location of the upspringing of the bud, the time of the beginning of its development, the horizontal position of mother rhizome, geotropism a.o.



JOONIS 1. Vegetatiivse liikuvuse sõltuvus rameti risoomiosa pikkusest



JOONIS 2. *Equisetum pratense* rametite risoomiosa pikkuse ja vegetatiivse liikuvuse sagedusjaotused



JOONIS 3. *Trifolium medium* rametite risoomiosa pikkuse ja vegetatiivse liikuvuse sagedusjaotused

HARILIKU KUUSE JUURTE AKSIAALJUHTIVUSE VARIEERUVUS: SEOS PUU JA JUURE KARAKTERISTIKUTEGA

Arne Sellin
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Enamus taimede veevahetuse-alaseid uurimusi käsitleb probleeme, mis on seotud õhulõhede regulatsiooniga, osmootse seadistumisega, veeimamisega juurte poolt ning veedefitsiidi mõjuga taimede talitlusele, kasvule ja produktioonile. Vähem on seni uuritud vee kaugtransporti, ksüleemi juhtivuse/takistuse mõju taimede veevahetusele ning faktoreid, millest ksüleemi hüdraulilised omadused sõltuvad. Hoopiski vähe on publikatsioone, milles käsitletakse puude juurestiku hüdraulilist arhitektuuri, hariliku kuuse (*Picea abies* (L.) Karst) kohta sellised uurimused puuduvad (v.a. autori varasemad tööd). Käesolevas töös analüüsitakse hariliku kuuse peajuurte aksiaalse veejuhtivuse varieeruvust sõltuvalt kasvukohast, puu kõrgusest ja vanusest, juure diameetrist ja pikkusest, proovivõtu kohast juurel ja trahheiidide valendike raadiusest.

Peamisteks uurimisobjektideks olid keskealsed puud, mis valiti kolmelt erinevalt kasvukohalt nii, et moodustuks kaks kontrastselt erinevate tingimustega võrdluspaari:

- (1) lagedal kasvav puu - viljakal parasniiskel mineraalmullal, võra päikesele eksponeeritud, s.t. soodsad edaafilised ja valgustingimused;
- (2) varjus kasvav puu - viljakal parasniiskel mineraalmullal, võra suuremate puude varjus, s.t. limiteerivad valgustingimused;
- (3) soos kasvav puu toitainetevaesl liigniiskel rabamullal, võra päikesele eksponeeritud, s.t. limiteerivad edaafilised faktorid.

Täiendavalt võeti proovijuuri 6 nooremalt puult. Juurte veejuhtivuse efektiivsust iseloomustati ksüleemi suhtelise juhtivusega (k), mis väljendab maltspuidu veejuhtimisvõimet tema ristlõike pinnaühiku kohta. k määrati puult lõigatud juurelõikudel vee läbivoolutamise meetodil kooskõlas Darcy seadusega:

$$k = \frac{q \cdot l \cdot \eta}{\Delta P \cdot A}$$

kus k on suhteline juhtivus (m^2), q - veevoolu ruumkiirus ($m^3 s^{-1}$), l - proovilõigu pikkus (m), η - vee dünaamiline viskoossus ($N s m^{-2}$), ΔP - hüdrostaatilise rõhu erinevus proovilõigu otste vahel (Pa) ja A - ksüleemi juhtiv pindala (m^2).

Juurte suhteline juhtivus oli kõrgeim soodsates mulla- ja valgustingimustes kasvanud puul, mõnevõrra madalam varjus kasvanud puul ja madalaim soos kasvanud puul (tabel 1). Liigniisketes tingimustes kasvanud puu juurte k oli umbes 2 korda madalam kui viljakal parasniiskel

mullal kasvanud puul ($P < 0.01$). Lagedal ja varjus kasvanud puude, mõlemad soodsates edaafilistes tingimustes, juurte suhteline juhtivus ei erinenud statistiliselt olulisel määral. Järelikult mõjutavad juurte aksiaalset juhtivust rohkem edaafilised kui valgustingimused, s.t. juurte hüdraulilised omadused sõltuvad eelkõige sellest keskkonnast, milles nad vahetult asuvad. Hüpoksia ja mineraalainete vaegus, faktorid, mis mõlemad on omased rabamuldadele, mõjutavad tugevasti mitte ainult juurte kasvu ja suremust, vaid taime elutegevuse väga erinevaid tahke. Mitmed füsioloogilised anomaaliad avaldavad otsest mõju ksülogeneesile, mistõttu on soos kasvanud puu juured tunduvalt madalama juhtivusega kui heades mullatingimustes kasvanud puude juured.

Korrelatsioonanalüüs näitas, et k sõltub trahheiidide siseradiusest ($r = 0.872$), puu kõrgusest ($r = 0.438$) ja juure pikkusest ($r = 0.335$). Puu vanuse, juure diameetri ja proovilõigu asukoha (s.o. proovilõigu normeeritud kaugus kannust) ning k vahel lineaarne korrelatsioon puudus. k ja trahheiidide raadiuse vaheline seos on kirjeldatav järgmise ruutparabooliga:

$$k = 1.90 \times 10^{-14} r_r^2 - 2.46 \times 10^{-12}, R^2 = 0.77, \text{S.E.E.} = 1.74 \times 10^{-12},$$

kus r_r on suurimate trahheiidide keskmine valendiku raadius (μm). Trahheiidide maksimaalne raadius osutus karakteristikuks, mis kirjeldab 77% hariliku kuuse juurte k varieeruvusest. Hagen-Poiseuille' seaduse kohaselt on veevoolu kiirus läbi ideaalsete kapillaaride võrdeline nende kapillaaride raadiuste neljandate astmete summaga. Järelikult põhjustavad ksüleemelementide läbimõõdu väikesed erinevused suuri erinevusi hüdraulilises juhtivuses, ja tõenäoliselt langeb seetõttu vee kaugtranspordi põhilise koormus suurtele kevadpuidu rakkudele. Sellega ongi seletatav tugev seos k ja r_r vahel.

Kuigi k ning juure diameetri ja proovilõigu asukoha vahel lineaarne korrelatsioon puudus, ei tähenda see seda, et juurte suhteline juhtivus neist karakteristikutest üldsegi ei sõltuks. Tegemist on mittelineaarsete seostega, ent nimetatud faktorite mõju juurte suhtelisele juhtivusele on nõrk. Huvipakkuv oli analüüsida k varieeruvust sõltuvalt proovivõtu kohast, sest k jaotus piki juurt on universaalse iseloomuga kõigi juurte jaoks - olles maksimaalne juure keskosas, väheneb see nii basaalses kui apikaalses suunas (Sellin, 1990, 1994). Parima k lähendi (peale r_r) saime juure pikkuse ja proovilõigu asukoha kui argumenttunnuste kombineerimisel:

$$k = \frac{3.96 \times 10^{-11} (SL - SL^2)}{1 + 7.60 e^{-0.937 l}}, R^2 = 0.65, \text{S.E.E.} = 1.93 \times 10^{-12},$$

kus SL on proovilõigu normeeritud kaugus kannust (0 kuni 1) ja l - juure pikkus (m). Mitmetes töödes on tüve ja okste hüdraulilise juhtivuse ennustamiseks kasutatud lineaarseid seoseid k ja ksüleemilõigu diameetri (d) vahel logaritmilises skaalas. Hariliku kuuse, vähemalt juurte, ksüleemi suhtelist juhtivust ei saa d järgi prognoosida, determinatsioonikoefitsient on väga madal. Andmete logaritmilise lineariseerimise korral oli $R^2 = 0.06$, keeruka mittelineaarset funktsiooni rakendamisel saime R^2 väärtuseks 0.39. Küll aga võime hariliku kuuse puhul kõneleda aksiaalse juhtivuse mõttes optimaalsest juure diameetrist: k on kõrgeim d kitsas diapasoonis 0.3-1.6

cm.

Ksüleemi suhteline juhtivus, mis on määratud eelkõige puidu anatoomilise ehitusega, on biofüüsikalise iseloomuga funktsionaalne karakteristik. Juurte aksiaalne juhtivus on juure või puu väliste parameetritega seotud vaid niivõrd, kuivõrd puidu peenstruktuur nendest parameetritest sõltub. Sellepärast pole juurte suhteline juhtivus puu väliste tunnuste alusel täpselt prognoositav. Juure pikkust ja proovilõigu asukohta saab kasutada vaid juurte veejuhtivuse ligikaudse hinnangu saamiseks.

Tabel 1. Erinevates tingimustes kasvanud puude juurte suhteline juhtivus. Sama tähega tähistatud keskmiste erinevus pole, erinevate tähtedega tähistatud keskmiste erinevus on statistiliselt oluline ($P < 0.02$).

Proovipuu kasvukoht	Suhteline juhtivus ($\times 10^{-12}$), m^2		
	Varieerumispiirkond	Keskmine $\pm$ keskmise viga	Kaalutud keskmine*
Lagedal	0.76-12.44	6.96 $\pm$ 0.93	7.47
Varjus	0.12-10.80	5.54 $\pm$ 0.60	5.86
Rabas	0.03-10.04	3.31 $\pm$ 0.68	3.54

* kaalutud proovilõigu normeeritud kaugusega kännust

VARIATION IN AXIAL CONDUCTIVITY OF ROOTS IN *PICEA ABIES* (L.) KARST. RELATED TO TREE AND ROOT CHARACTERISTICS

Variation in axial conductivity of roots in *Picea abies* (L.) Karst. was studied in relation to site, tree height and age, root diameter and length, sample location, and tracheid radius. Root water-conduction efficiency characterized by relative conductivity of xylem (k), was determined on the excised root segments using a liquid permeation technique in accordance with Darcy's law. k in the bog-grown tree was significantly ($P < 0.02$) lower than that of the trees in rich well-drained soil, while there was no statistically significant difference in root k between the open- and shade-grown tree, both in favourable soil conditions. Thus, the water-conduction efficiency of spruce roots depends primarily on edaphic conditions, i.e. on the environment, influence of which root systems immediately experience. A close correlation ($R^2 = 0.77$) between k and mean lumen radius of the largest tracheids was established. Sample location, defined as a standardized distance from stump, and root length combined described 65% of the variability in k .

ABSOLUUTSE VANUSE MÄÄRAMINE JUURE ANATOOMILISE EHITUSE PÕHJAL NING VEGETATIIVSE UUENEMISE ISEÄRASUSED ORTOTROOPSE RISOOMIGA PÜSIKUL *SCORZONERA HUMILIS*

Anneli Sukamägi
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

Töö peamiseks eesmärgiks oli leida meetod liigi *Scorzonera humilis* kanniste absoluutse vanuse määramiseks ning selgitada selle liigi vegetatiivse uuenemise iseärasused sõltuvalt mõnedest keskkonnafaktoritest.

Et taimede kõige vanem osa asub juure ja varre üleminekukohal, kasutati kannise absoluutse vanuse määramisel juureristlõike, mis valmistati juure alguskohast 1...10 mm kauguselt. Fluoroglutsiini ja soolhappe abil värvides selgus, et sekundaarse juure steelis paiknevad juhtkimpude puidusooned kitsaste, pidevate, radiaalsete võõtidena (ksüleemikiirtena) vaheldumisi laiemate parenhüümsete säsikiirtega. Samane on juhtkimpude paigutus ka sekundaarse ehitusega (maa-aluses) varres, kuid siin on juhtkimpude ksüleemikiired lateraalselt kõverdunud, risoomi kontraktsiooni tõttu. Seepärast on usaldusväärsem määrata liigi *Scorzonera humilis* kanniste absoluutset vanust juureristlõigult, kus juhtkimpude ksüleemikiired on enam-vähem sirged.

Kaneidulehelistel moodustab varre ja juure kimbuvahekambium uusi juhtkimpe vanade vahele, mille tulemusena telgorgan jämeneb. Erinevalt parasvöötme puudest ei eristu liigi *Scorzonera humilis* risoomis ega juures kevad- ja sügispuit. Uuritava liigi juureristlõikude põhjal tundus tõenäone, et igal aastal moodustub üks uus kiht juhtkimpe. Seejuures uued juhtkimbud tekivad ning vanade juhtkimpude ksüleemikiired harunevad juure keskpunktist enam-vähem ühel kaugusel kindlate vahemaade järel, mis võimaldab eristada aastarõngaid. Kuna uued juhtkimbud ei teki ja vanade juhtkimpude ksüleemikiired ei harune juure keskpunktist täpselt samal kaugusel, on aastarõngaste piir laineline.

Vegetatiivse uuenemise parameetritest mõõdeti 20-24. juunil ja 6. augustil 1994 Laelatu puisniidult kogutud kanniste risoomiosa summaarne pikkuskasv viimasel vegetatsiooniperioodil ning võsu kandva rameti risoomiosa pikkus. Kannise vegetatiivse uuenemise kiirus saadi jagades risoomi harunemispunktide arv kannise absoluutse vanusega. Kannise rametite keskmine eluiga saadi kannise absoluutse vanuse ja harunemispunktide arvu pluss üks jagatisena. Risoomi tunnuste (v.a. risoomiosa summaarse pikkuskasvu) sagedusjaotuses ilmnes statistiliselt oluline erinevus ($p < 0.01$) juunis ja augustis kogutud kanniste vahel. Augustis mõõdetud tunnuste jaotusi iseloomustab tugevam vasakpoolne asümmeetria (vt. tabel). Erinevus juunis ja augustis kogutud taimede vahel on tingitud harunemata risoomiga taimede suuremast osakaalust augustis kogutud kanniste hulgas (harunemata risoomiga kanniste osakaal juunis 7%, augustis 40%).

Tabel

Madala mustjuure (*Scorzonera humilis*) kanniste parameetrid juunis ja augustis

	jaotuse parameetrid	harunemis- punktide arv risoomil	vegetatiivse uuenemise kiirus (rametit aastas)	rameti keskmine eluiga kännises (aastates)	võsu kandva rameti risoomi pikkus (mm)
j	valimi suurus	72	72	72	110
u	keskväärtus	3.18	0.89	0.94	28.14
u	standardhäl- ve	2.58	0.52	0.57	24.83
n	mood	1	0.7	1	5
i	mediaan	2	0.8	1	20.5
	asüm. kordaja	1.03	0.54	5.32	1.27
a	valimi suurus	73	73	73	81
u	keskväärtus	2.0	0.51	1.58	16.67
g	standardhäl- ve	2.35	0.52	1.02	22.65
u	mood	0	0	1	1
s	mediaan	1	0.5	1.3	5
t	asüm. kordaja	1.54	0.88	1.45	1.85

Rameti eluiga nii juunis kui augustis kogutud kannistel sõltub peamiselt kasvukoha valgustingimustest - mida suurem on valgustatus rohurinde kohal, seda lühem on rameti eluiga ($n = 145$; $r = -0.25$; $p = 0.003$). Noorte samal vegetatsiooniperioodil idanenud isendite osakaal nii juunis kui augustis oli praktiliselt võrdne (juunis 9.7%, augustis 11.1%). Augustis kogutud kannistel oli võsu kandva rameti risoomiosa pikem niiskemates kasvukohtades ($n = 75$; $r = -0.49$; $p = 0.0000$) ning lühem kasvukohtades, kus valgustatus rohurinde kohal oli kõrgem ($n = 61$; $r = -0.38$; $p = 0.003$).

Harunemispunktide arv juunis kogutud kannistel oli suurem niiskemates ($n = 73$; $r = 0.26$; $p = 0.03$) ning madala mullaviljakusega kasvukohtades ($n = 73$; $r = -0.32$; $p = 0.006$) ning madalam niidetavates kasvukohtades ($n = 73$; $r = -0.27$; $p = 0.02$).

THE METHOD OF ABSOLUTE AGE DETERMINATION ON THE BASIS OF ROOT ANATOMY IN CLONES OF *SCORZONERA HUMILIS*

Root anatomy was used to determine the absolute age of individuals of perennial herb *Scorzonera humilis*. It seemed plausible that every year interfascicular cambium produces one more layer of new vascular bundles. The annual rings were distinguished according to the distance of the startpoints of new vascular bundles from the centre of the root.

The frequency distribution of values of clonal growth parameters in individuals collected in June and August fitted the lognormal distribution. In the case of individuals collected in August, the frequency distribution was more asymmetric.

ONTOGENEESIFAASIDE ERISTAMINE MAA-ALUSTE OSADE TUNNUSTE JÄRGI LIIKIDEL *HYPERICUM* *PERFORATUM* JA *HYPERICUM MACULATUM*

Riina Veske ja Ülle Reier
Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut

1990.aastal koguti Riina Veske poolt materjal *Hypericum perforatum* L. ja *H. maculatum* Crantz. kohta Lääne maakonnast Virtsust ja Saarte maakonnast Muhu Suuremõisast (Veske 1991). Lisaks looduslikele kooslustele koguti võrdlusmaterjal ka 1988.a. rajatud külvist, kus taimed olid saavutanud generatiivse faasi ja nende vanus täpselt teada. Vastavalt ontogeneesifaaside (OF) klassifikatsioonile (Coenopopulations..., 1988) eristati 9 kuni 10 OF-i.

Kvantitatiivsete tunnuste analüüs näitas, et OF-de eristamiseks on parimad maa-aluste osade näitajad (juurekaela diameeter, maa-aluste osade biomass).

Võrreldes *Hypericum perforatum* populatsioone kahes kasvukohas, vastavalt tiheda konkurentsiga liigirikkal aruniidul ja pioneerkoozluses kraavipervel, kus 6 aastat tagasi oli vegetatsioon süvendamisega hävitatud, ilmnes, et kõige suuremad erinevused olid küps- (G2) ja hilisgeneratiivsetes (G3) faasides. Aruniidul kasvavate taimede maa-alused organid olid oluliselt vähem arenenud (väiksem maa-aluste osade mass ja mõõtmed).

Vaadeldud kaks liiki erinevad oma juurestiku tüübi poolest ja paljunemisstrateegialt. *Hypericum perforatum* on tugeva peajuurega sammajuurestikuga liik, mis moodustab vähesel määral juurevõsundeid. Juurevõsundid tekivad subseniilses (SS) või G3 faasis. Selle liigi puhul ei ole juurevõsundid ja seega vegetatiivne paljunemine

peamiseks paljunemisviisiks. *H. maculatum* levib ja uueneb risoomide abil. Esimesed risoomid tekivad enne taime generatiivsesse faasi jõudmist, emataime varageneratiivses (G1) faasis on esimesed rametid virginiilses (V) faasis ja emataime jõudmisel G2 faasi on esimesed rametid reeglina saavutanud G1 faasi. Tekkinud kloon koosneb kuni 10 rametist, mis mõnel juhul on maa-aluse sideme emataimega kaotanud.

Kirjandus:

Coenopopulations of plants. 1988. In: Serebryakova, T.I. & Sokolova T.G. Moscow. 183 pp. (in Russian)

Veske R. 1991. Liht-naistepuna (*Hypericum perforatum* L.) ja kandlelise naistepuna (*Hypericum maculatum* Crantz.) ontogeneesifaasid ja nende määramine. Diplomitöö. (Manuscript in Tartu University.)

BELOW-GROUND ORGANS AS THE BEST CHARACTERISTICS OF AGE-STAGES IN *HYPERICUM* *PERFORATUM* AND *HYPERICUM MACULATUM*

Hypericum perforatum L. and *H. maculatum* Crantz. were studied both in natural conditions and in culture.

According to the accepted subdivision of age-stages (Coenopopulations..., 1988) the populations were classified into 9 or 10 age-stages.

The analysis of quantitative characteristics showed that the best parameters for the characterization of the age-stages were these of the below-ground organs (diameter of the main root, biomass of below-ground organs).

Comparing the plants of *Hypericum perforatum* growing in two habitats (meadow and the edge of the ditch as a pioneer-community) showed the greatest differences in mature (G2) and old reproductive (G3) stages. The plants growing on the meadow had less developed below-ground organs.

The two species differed in root systems and vegetative reproduction capacities, the vegetative reproduction prevailing in *H. maculatum*.

SISUKORD

Sissejuhatust	5
Elvisto, T. N, P, K. Ca sisaldus helofüütides ning selle seos taimede fenofaasi ja toitumistingimustega	6
Hanso, M.; Hanso, S Juuremädaniku leviku probleeme metsapuudel	7
Hirtentreu, M.; Reier, Ü. Rabamuraka (<i>Rubus chamaemorus</i>) idandite ja juveniilide juurestiku areng esimese vegetatsiooniperioodi lõpuks	9
Ivask, M. Rohhtaimekoosluste ja okaspuujuurte energiasisaldusest	11
Ivask, M. Kuusemets, V. Juurte fütomassi produktsioon ja S/R suhe looduslikel ja kultuurrohumaadel	13
Koppel, M. Kartulimugulate märgmädanikukindluse hindamine	15
Kuht, J. Mulla tiheduse mõjust teravilja juurekava algarengule	18
Kull, K. Klonaalsete taimede vegetatiivse liikuvuse uurimise projekt	20
Kõlli, R.; Kanal, A. Muldkeskne juuresüsteemide uurimine	24
Kärblane, H. Põllukultuuride juurekava paiknemisest ja fosfori omastamisest	27
Külla, T. Juurte ruumilise struktuuri võrdlus pesiti- ja ridameetodil rajatud keskealistes kuusikutes	28
Lillak, R. Hübridilutsernirohke rohumaa juuremassi kujunemine	30
Lõhmus, K.; Kask, P. Tüvemädanike mõjust juurte seisundile harilikul kuusel <i>Picea abies</i> (L.) Karst	32
Mandre, M. Süsivesikute jaotuvus <i>Picea abies</i> (L.) Karst. organites ekstreemsetes kasvutingimustes	33
Mandre, M.; Klõšeiko, J. Imiteeritud happevihmade mõju mineraalelementide jaotuvusele taimes	36
Moora, M.; Zobel, M. Arbuskulaarse mükoriisa mõjust niidu taimeliikide koosseksisteerimisele	38
Oja, T. Juured puistu aineringe mudelites	40

Oja, T.; Lõhmus, K. Hariliku kuuse juured mullas: struktuur ja asetus	41
Ostonen, I. Imijuurte eripind - ökofüsioloogiliste kasvumudelite parameeter	45
Palumets, J. Madalaboniteedilise kuuse massijaotuse analüüs	48
Penu, P. Teraviljapõldude juurevaris	50
Pihlik, U. Pohla kasvuparameetrid erinevates metsatüüpides	52
Püttsepp, Ü. Risoomsete käpaliste juureökoloogiast	55
Ross, J.; Bichele, S.; Moldau, H. Mulla ja juurte karakteristikute mõju taime transpiratsioonile ja fotosünteesile mudelarvutuste põhjal	58
Sammul, M. Lühi- ja pikkvõrsete eristamisest sümposiaalsetel risoomidel	59
Sellin, A. Hariliku kuuse juurte aksiaaljuhtivuse varieeruvus: Seos puu ja juure karakteristikutega	62
Sukamägi, A. Absoluutse vanuse määramine juure anatoomilise ehituse põhjal ning vegeetatiivse uuenemise iseärasused ortotroopse risoomiga püsikul <i>Scorzonera humilis</i>	65
Veske, R.; Reier, Ü. Ontogeneesifaaside eristamine maa-aluste osade tunnuste järgi liikidel <i>Hypericum perforatum</i> ja <i>Hypericum maculatum</i>	67