

N:o 6

1952

3. vuosikerta



25. 11. 1952

S U O

Julkaisija: S U O S E U R A

Toimituskunta: Mauno J. Kotilainen, Martti Salmi

Aatu Pöntys, Lauri Lehtonen (päätoimittaja)

Toimitus:

Helsinki

Mariankatu 8

Puh. 28 036



Tilauhinta 350.—

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi.

Peitsa Mikola

SOISTUMISEN JA METSÄOJITUKSEN MIKROBIOLOGIAA

Metsä on kasviyhdyksunta, jossa suurin piirtein vallitsee tasapaino vihreiden kasvien tuottaman uuden kasvinaiseen ja mikrobien suorittaman hajoitustoiminnan välillä. Vihreät kasvit rakentavat kasvukausittain tietyn määrän kasvinaisetta, puuta, lehtiä ja juuria, vuosittain tulee suunnilleen sama määrä kuollutta ainetta maahan, ja osa siitä joskin pääasiassa aikaisempina vuosina maahan tulleutta ainetta poistuu mikrobien hajoitustoiminnan lopputuloksina. Maassa olevan orgaanisen aineksen, humuksen, määrä pysyy siten joksikin muuttumattomana. Metsämaahan tulevat kasvinjätteet hajaantuvat hyvin erilaisella nopeudella. Sen vuoksi myös metsämaan humuskerros sisältää hyvin eri ikäisiä aineksia, vasta pudonneita karikkeita, joista jo ensi syksyyn mennessä huomattava osa hävitä, mutta myös vastustuskykyisiä aineita, jotka ovat tulleet maahan ehkä pitkiäkin aikoja sitten. Hajoamisen vuotuinen kokonaisuus vastaa kuitenkin likipitään vuosittain maahan tulevaa uutta ainemäärää. Metsämaan humuskerros siis on toisaalla jatkuvassa vaihtumistilassa, melko nopean hajaantumisen alaisena, mutta toisaalta se kuitenkin on joksikin muuttumaton ja pysyvä. Metsämaassa kerrallaan oleva humuksen kokonaisuus riippuu hajaantumisen nopeudesta, mutta oli hajoaminen nopeata tai hidasta, vuotuinen lisäys ja poistuma ovat yhtä suuret ja pitävät toisensa tasapainossa.

Karikkeiden ja muun maahan tulevan jätteaineen hajoittamisen suorittavat sienet ja bakteerit. Meikäläisessä metsämaassa sienet lienevät tärkeämpiä. Ne ovat voimakasta happamuutta suosivia tai sietäviä. Kun metsämaitemme humuskerroksessa pH on tavallisesti 4—5, usein jopa 4:n alapuolella, eivät monet maabakteerit voi sellaisissa olosuhteissa toimia, mutta monille sienille se on optimaalista toiminta-aluetta. Sienet ovat yleensä voimakkaasti aerobeja; ne eivät tule toimeen maassa, missä happi puuttuu kokonaan tai tuuletus on heikko. Mutta sopivassa kosteudessa ja hapen läsnä ollessa ne kasvavat nopeasti ja hajoittavat jätteainesta hyvin tehokkaasti. Niinpä monet metsämaan sienet pystyvät hajoittamaan kasvinjätteissä runsaana esiintyvää ligniiniä yhtä nopeasti tai nopeamminkin kuin selluloosaa, kun taas bakteerit eivät pystyne ligniiniin lainkaan. Sienet tuottavat myös runsaasti uutta ainesta hajoittamaansa verrattuna, esim. jotkin sienet saattavat käyttää jopa puolet tarjolla olevasta hiilihydraatista uuden sieniaiseen rakentamiseen, kun taas bakteereilla uutta elävää soluainesta syntyy yleensä alle 10 % hajoitetun määrästä. Näin elävä ja kuollut sienirihmas muodostaa melko olennaisen osan metsämaan humuskerroksesta.

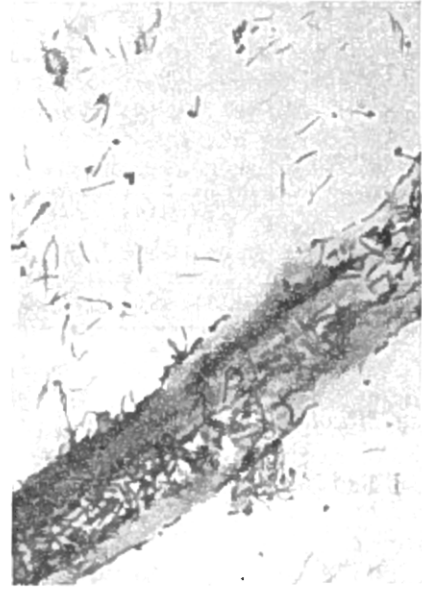
Metsämaata, jossa uuden aineen tulo ja entisen hajaantuminen pitävät toisensa tasapainossa, voidaan sanoa terveeksi. Tasapaino voi kuitenkin häiriintyä, mik-

robien toiminta vaikeutua siinä määrin, että ne eivät pysty hajoittamaan ainetta samassa tahdissa, kuin metsä tuottaa uutta. Mistä syystä mikrobin toiminta maassa niin vaikeutuisi? Tavallisena syyinä lienee hapen puute — oikeammin liian alhainen hapetus-pelkistyspotentiaali — ts. liiallinen kosteus, joka etenkin voimakkaasti aerobeille sienille on hyvin vahingollista.

Kun uutta orgaanista jätteenä tulee jatkuvasti maahan enemmän kuin entistä hajaantuu, on seurauksena, että maassa oleva orgaanisen aineen määrä kasvaa, alkaa muodostua turvetta, metsämaa soistuu.

Kun metsämaassa jossakin kohdassa syntyy osittain tai kokonaan anaerobit olosuhteet, eivät niistä kärsi vain sienet ja monet bakteerit, vaan myös korkeammat kasvit. Muutamit kasvilajit häviävät paikalta, ja taas toiset, jotka sielävät paremmin märkyyttä ja hapen puutetta, lisääntyvät ja voimistuvat. Paikalle syntyy toisenlainen kasvipeite, suokasvillisuus. Tämä kasvillisuus, nimenomaan rahkasammalikko, puolestaan luo uusia anaerobeja olosuhteita ja hidastaa edelleen kasvinjäänteiden hajaantumista. Anaerobit olosuhteet aiheuttavat turpeen muodostumisen ja suokasvien valtaantumisen, suokasvillisuus ja turve taas luovat lisää anaerobeja olosuhteita, ja näin soistuminen ja suon kasvu etenevät kiihtyvällä nopeudella.

Terveessä metsämaassa kasvinravinteita vapautuu mikrobin toiminnan tuloksena korkeampien kasvien käyttöön saman verran kuin niitä kasvinjäänteiden mukana joutuu maahan. Teoreettisesti siis samat kasvinravinteet voivat metsässä kiertää maasta puuhun ja puusta maahan loppumattomiin. Suolla sen sijaan, kun kasvinjäänteitä tulee maahan enemmän kuin entisiä hajaantuu, erotuksen edustaessa turvekerroksen kasvua, kiertokulussa olevia kasvinravinteita myös jää turvekerrokseen. Kasvit siis jatkuvasti tuottavat maahan enemmän ravinteita kuin ne saavat hajonneista kasvinjäänteistä. Jos suolle valuu vesiä ympäröiviltä kivennäismaailta tai turve on niin ohut, että juurilla on vielä yhteys alla olevaan mineraalimaahan, voivat kasvit sitä tietä saada vajauksen tyydytelyksi. Muilta jos turve on paksu eikä suolle valu vettä



Turpeesta eristettyjä anaerobeja bakteereita selluloosakuidun kimpussa. Suurenus 1000-kertainen. (Isotalo).

muualta, on sadevesi suokasvien ainoa tyyppi ja kivennäisravinteiden lähde sen lisäksi, mitä kasvinjäänteiden hajaantumisesta vapautuu. Kun viimeksi mainittu määrä jatkuvasti pienenee, merkitsee se suon jatkuvaa huononemista. Käytettävissä olevien ravinteiden väheneminen, suon huononeminen, ilmenee kasvipeitteen kehityksessä. Kasvinravinteet, jotka alkuperäisessä metsässä olivat jatkuvassa kiertokulussa, ovat lopulta miltei kaikki pysähtyneinä turpeeseen.

Myös turve on jatkuvan hitaan muuttumisen alaisena. Ennen oli vallalla käsitys, että suoturpeessa ei ole mikrobeja, vaan että turpeen hidasta hajaantuminen eli maatumisen on kokonaan kemiallinen prosessi. Nykyisin kuitenkin tiedetään, että suoturpeessakin on runsas pieneliöstö ja että turpeessa tapahtuvat muutokset ovat seurauksena pieneliöstön toiminnasta.¹⁾ Turpeen pieneliöstö on kuitenkin hyvin toisenlainen kuin kangasmaissa. Sieniä ja aerobeja bakteereita on vain suon pinnan lähellä, missä happea on saatavissa. Syvemmillä turpeessa anaerobit bakteerit ovat vallitseva mikrobiryhmä. Vaikka bakteerit yleensä ovat neut-

¹⁾ *Waksman, S. A. 1932. Principles of soil microbiology. 2 ed. Williams & Wilkins Co, Baltimore.*

raalia kasvualustaa suosivia, on happamassa suoturpeessa runsaasti bakteereita, jotka hyvin sietävät sellaistaakin happamuutta kuin pH 4. Anaerobeissa oloissa hajoitustoiminta on paljon hitaampaa kuin aerobeissa, mutta silti turpeessakin tapahtuu muutoksia. Suoturpeessa on mm. selluloosaa hajoittavia bakteereita, joiden toiminnan tuloksena selluloosa vähenee turpeen vanhetessa.¹⁾ Samaten turpeen vanhetessa hemiselluloosat ja muut hiilihydraatit vähenevät, kun taas ligniini jää hajoamatta ja siis ligniinin suhteellinen osuus kasvaa turpeen vanhetessa. Suossa olevat anaerobit bakteerit eivät ilmeisesti pysty hajoittamaan ligniiniä.

Suon pieneliöstössä levät näyttävät myös huomattavaa osaa. Niiden merkitys on epäselvä. Lehtivihreällisinä kasveina levät osallistuvat uuden orgaanisen aineen rakentamiseen, siis osaltaan turpeen muodostumiseen. Toisaalta levät tuottavat fotosynteesinsä tuloksena ympäristöönsä happea, jonka pitäisi edistää sienien ja bakteerien toimintaa. Suuri osa suolevistä elää kuitenkin pimeydessä, missä fotosynteesi on mahdoton, ja ne lienevätkin elintavaltaan ainakin osittain saprofyyttejä.

Suo on tummetusti epäedullinen kasvupaikka puille. Tavallisesti mainitaan syyksi kolme haitallista tekijää, nim. vetisyydestä johtuva hapen puute, käyttökelpoisten ravinteiden niukkuus ja epäsuotuisa mikroilmasto, ts. suo on märkä, laiha ja kylmä kasvupaikka.²⁾ Samat tekijät, jotka suossa haittaavat puiden toimeentuloa, ovat haitallisia myös useimmille maamikroobeille. Vaikka suossakin siis on melko runsas pieneliöstö, on suo mikroobeillekin yleensä suhteellisen epäedullinen kasvupaikka, hapeton, laiha ja kylmä.

Metsäojituksen tarkoitus on parantaa puiden toimeentulomahdollisuuksia suolla. Päätaavoite on vähentää suon vetisyyttä ja poistaa hapen puute, jota pidetään em. haitallisista tekijöistä pahimpana. Tämä tavoite on ojituksella myös saavutettavissa.

Olkoon ojitettajan tarkoituksena parantaa mikrobien elinmahdollisuuksia tai ei.

¹⁾ *Isotalo, Aimo*. 1951. Studies on the ecology and physiology of cellulose-decomposing bacteria in raised bogs. Acta Agraria Fennica 74.

²⁾ *Multamäki, S. E.* 1952. Suo metsän kasvupaikkana. Metsätiet. tutkimusl. julk. 40.

tämä päämäärä ojituksella samalla myös saavutetaan. Suoturve sisältää runsaasti hajoamiskelpoisia kasvinjäänteitä ja se on melko hapanta, sen pitäisi siis olla suotuisa kasvualusta monille sienille, kunhan riittävä hapen saanti tehdään mahdolliseksi. Kun ojitetulla suolla pohjaveden pinta alenee, pääsee happi ja aerobinen pieneliöstö syvemmälle turpeeseen; seurauksena on pieneliöstön toiminnan vilkastuminen ja siis turpeen nopeampi hajaantuminen.

Mikrobitoiminnan vilkastumisesta on seurauksena, että orgaanista ainetta hajoaa enemmän kuin tulee uutta. Ojituksen jälkeen suon pinta laskee, etupäässä tosin mekaanisesta syyistä veden poistuessa turpeesta, mutta varsinkin myöhemmin myös sen johdosta, että turve todella vähenee.¹⁾ Samalla enemmän kasvinravinteita vapautuu uudelleen käytettäväksi. Lisääntyneet ravinteet edistävät edelleen sekä pieneliöstön toimintaa että korkeampaa kasvillisuutta.

Ojitetulla suolla puu-, ruoho- ja varpukasvillisuus elpyy, uuden kasviaineen tuontanto lisääntyy, mistä seuraa, että myös maahan tulevien karikkeiden ja muun kuolleen jätteen määrää lisääntyy. Tämä uusi mikrobien hajoitettavaksi tuleva aine on kuitenkin toisenlaista kuin alkuperäisessä suossa, ravinnerikkaampaa ja helpommin hajaantuvaa, joten se samalla saattaa edistää vanhan turpeenkin hajaantumista. Kehitys on siis sellainen, että lisääntyneistä karikemääristä huolimatta orgaanista ainetta maassa jatkuvasti hajoaa enemmän kuin tulee uutta.

Viljelystä varten kuivatetuilla soilla, missä turpeen hajoamista edistetään kuivatuksen lisäksi muokkauksella ja lannoituksella ja missä maan tuottama uusi aine suureksi osaksi kuljetetaan pois, turpeen väheneminen saattaa olla hyvinkin nopeata, niin nopeata, että ohutturpeisella viljelysuolla turve kuluu parissa vuosikymmenessä loppuun. Tällaisissa oloissa turpeen nopea hajoaminen on haitallinen ilmiö.

Metsänkasvua varten ojitetussa suossa, jota ei muokata eikä lannoiteta, turpeen

¹⁾ *Lukkala, O. J.* 1949. Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen vaikutuksesta. Metsätiet. Tutkimusl. julk. 37.

väheneminen on paljon hitaampaa, usein jopa niin hidasta, että sitä on vaikea edes todeta. Kuivatetussa suossa, ns. turvekan-kaassa, voidaan orgaaninen maakerros jakaa kahteen osaan, pintakerrokseen, joka on muodostunut ojituksen jälkeen tulleista karikkeista ja kasvinjäänteistä sekä niiden hajoamistuloksista ja jonka rakenne ja mikrobiologiset muutokset enemmän tai vähemmän muistuttavat kovan metsämaan humuskerroksen ominaisuuksia, sekä sen alla olevaan varsinaiseen turpeeseen, jossa jatkuvasti tapahtuu hitaampaa tai nopeampaa hajoantumista, maatumista. Samoin kuin luonnontilainen suo, jossa tapahtuu turpeen jatkuvaa kasvua, ei ole mikään tasapainoinen kasvivyhdyskunta, samoin on ojitettu suo labiilissa tilassa, niin kauan kuin turvetta on jäljellä. Ojitetun, metsämaan soistumisen kautta syntyneen suon kehityksen teoreettinen loppuaste on se, että turve on kulunut loppuun, ts. sama tila, mistä lähdettiin metsämaan alkaessa soistua. Tätä loppuastetta lienee tuskin koskaan vielä saavutettu, paitsi ehkä aivan ohutturpeisia soita ojitettaessa. Sen jälkeen kun suo on kunnolla metsittyntä ja saanut kovaa metsämaata muistuttavan kasvipeitteen, ovat syvemmällä turpeessa tapahtuvat muutokset kuitenkin hyvin hitaita. Voidaan siis puhua esim. mustikkaturvekankaasta tai puolukkaturvekankaasta, vieläpä tietysti metsätyypeistä turvealustalla, mutta tietenkään nämä eivät ole läheskään niin stabiileja kasvivyhdyskuntia kuin vastaavat kovan maan metsätyypit.¹⁾

Jos turpeen hidas väheneminen pysähtyy, kehitys tavallisesti kääntyy samantien vastakkaiseen suuntaan, ts. alkaa muodostua uutta turvetta, suo alkaa jälleen vettyä, esim. oijen tukkeutumisen tai muun vesitalouteen haitallisesti vaikuttavan syyn takia. Voitanee ehkä sanoa, että jokainen ojitettu suo, vanhinkin ojitus, on edelleen kehitystilassa, kuivumassa ja turve jatkuvasti vähenevässä, tai sitten kehitys on jossakin vaiheessa pysähtynyt ja kääntynyt takaperoiseksi, uudelleen suota kohti.

Edellä esitetty on kaikki teoriaa, spekulointia. Teoria turpeen loppuun kulu-

misesta kuivatetulla suolla on loogillisen ajattelun väistämätön tulos sen perusteella, mitä tiedetään maan mikrobien toiminnasta. Käytännön ojitusmiehet kuitenkin tietävät, että asia ei ole aina näin suoraviivainen. Toisissa tapauksissa ojitetulla suolla, niin pian kuin pohjaveden pintaa on laskettu, pintaturve on lahonnut nopeasti ja sen mukana koko suon kasvipeite ja ulkonäkö muuttunut. Ja turpeen lahoamista näyttää jatkuneen niin kauan kuin sitä on voitu seurata. Ts. kaikki on tapahtunut edellä esitetyn kaavan mukaan. Mutta toisissa tapauksissa pohjaveden pinta on laskenut ja turpeen pinta osassa pitäisi olla hyvät työskentelyedellytykset mikrobeille, mutta turve ei olekaan ruvennut lahoamaan odotetulla tavalla. Miksi? Tavallisesti tyydytään sanomaan syyksi ravinteiden niukkuus. Kemiallinen analyysi kuitenkin saattaa osoittaa hyvin ja huonosti lahoavan turpeen erot suhteellisen pieniksi. Ravinteiden niukkuus ei yksinään kyenne selittämään joidenkin turpeiden heikkoa hajoantumista, koskapa eräät muut ravineköyhät aineet hajoantuvat melko helposti. Niinpä voidaan tuskin ajatella mikrobeille laihempaa kasvu- ja eläintilaa kuin kuusen sydänpuu. Se on miltei pelkkää selluloosaa ja ligniiniä, ja tyypeä ja tuhkaa on minimaalisen vähän, paljon vähemmän kuin laihimmisakin turpeissa. Kuitenkin muutamat sienet lahottavat kuusipuuta sangen tehokkaasti.

Ravinteiden niukkuuden lisäksi voidaan eräiden turpeiden hajoamisvaikeuden ajatella syyksi turpeessa mahdollisesti olevia erittäin vastustuskykyisiä tai suorastaan mikrobeille myrkyllisiä aineita. Onhan viime aikojen mikrobiologinen tutkimus suurella osalla keskittynyt juuri tuollaisten antibioottisten aineiden etsintään ja tutkintaan. Suoturve on niiden osalta vielä jokseenkin kokonaan tutkimatta, niinkuin turpeen mikrobiologia muutenkin on vajavaisesti tunnettu. Mutta mahdollisuuksia tällä alalla varmaan on, sen osoittanee seuraava esimerkki läheiseltä alalta. Edellä mainittiin kuusen ligniinipitoisen ja ravineköyhän sydänpuun helposta lahoamisesta. Männyn sydänpuu sen sijaan lahoaa hyvin vaikeasti. Se ei suinkaan johdu siitä, että männypuussa olisi ravinteita vähemmän, vaan männyn sydänpuussa on vähäisessä

¹⁾ *Keltikangas, Valter*. 1945. Ojitettujen soitten viljavuus eli puuntuotto- ja kasvutalouden tutkimus metsätyypiteorian valossa. Acta Forestalia Fennica 53.

määrässä aineita, jotka estävät useimpien lahottajasiemien kasvun.¹⁾

Samoin esim. Huikarin²⁾ viimeaikaiset tutkimukset polton ja tuhkan ihmevaiikutuksesta eräillä huonoilla soilla viittaavat siihen, että kysymys on jostakin muustakin kuin pelkästään kasvinravinteista.

Edellä on annettu yksinkertaistettu ja melko kaavamainen kuva suoturpeen kehityksestä ennen ojitusta ja ojituksen jälkeeseen mikrobiologin näkökulmasta. Lop-

¹⁾ Rennerfelt, Erik. 1947. Några undersökningar över olika rötsvampars förmåga att angripa splint- och kärved hos tall. Medd. stat skogs-forskn. inst. 36.

²⁾ Huikari Olavi. 1951. Havaintoja ojitettujen rimpinevojen laimettumista ehkäisevistä tekijöistä. Suo.

On the Microbiology of Peat Formation and Artificial Drainage

In upland forest soil the annual yield of dead plant remains and the loss through microbial decomposition are equal; therefore the total amount of soil organic matter or humus is fairly constant. In acid raw humus, characteristic of Finnish forests, fungi are probably the most important decomposers. Fungi are highly aerobic, they break down cellulose, lignin, and other resistant material effectively and produce much new cell substance.

Disturbance of the balance between the production and decomposition of organic matter causes an accumulation of dead plant remains, i.e. a formation of peat. The principal reason for such disturbance is excessive moisture that creates more or less anaerobic conditions in the humus layer and hampers the activity of aerobic fungi. Where peat formation has started many upland plants disappear and are succeeded by *Sphagna* and other plants adapted to wet and anaerobic substrate. This vegetation promotes further anaerobic conditions, and so the bogs are continuously growing and the peat increasing. At the same time more and more plant nutrients are bound in peat and removed from circulation. So bogs usually develop towards greater oligotrophy.

By artificial drainage the ground water table is lowered and thus the activity of aerobic microorganisms is made possible in the surface layer of peat. This accelerates the decomposition of peat, which in turn renders more plant nutrients avail-

able. In drained bogs decomposition exceeds the production of organic matter. Every drained bog represents an unbalanced plant community as long as there is peat left. In many peats, however, decomposition does not start or proceed after drainage as would be expected, in spite of improved aeration. The lack of nutrients can not alone explain the inertness of some peats but there must be other factors too, e.g. the presence of antibiotic substances is suggested. The microbiology of peat requires further investigation.

SUOSEURA

Suoseuran kokouksessa 28. 10. 1952 piti maat.-metsät. tohtori Peitsa Mikola esitelmän: Soistumisen ja metsäojituksen mikrobiologiaa. Esitelmän johdosta syntyi pari tuntia kestänyt vilkas keskustelu, jossa käytettiin 17 puheenvuoroa. Keskustelussa esiintyivät herrat Kivinen, Kotilainen, Huikari, Koliaho, Vartiovaara, Metsänheimo sekä alustaja. Esitelmä sekä professori Vartiovaaran puheenvuoro ovat julkaistuinassa tässä numerossa.

Uusiksi jäseniksi hyväksyttiin dipl. ins. Olli Aura, maat. tekn. Martti Enqvist, maat.-mets. kand. Olavi Linnamies, maat.-mets. kand. Annikki Kukkonen ja agronomi Aate Kallio.