



MIKROANNELIIDIDE ARVUKUS JA LIIGIRIKKUS EESTI METSAMULDADE HUUMUSKATTES

ABUNDANCE AND SPECIES RICHNESS OF MICROANNELIDS IN HUMUS COVER OF ESTONIAN FOREST SOILS

Raimo Kõlli¹, Ulfert Graefe², Indrek Tamm¹

¹Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Eesti

²Rakendusliku Mullabioloogia Instituut, Sodenkamp 62, 22337 Hamburg, Saksamaa

Saabunud: 22.03.2015
Received:
Aktsepteeritud: 09.06.2015
Accepted:

Avaldatud veebis: 12.06.2015
Published online:

Vastutav autor: Raimo Kõlli
Corresponding author:
e-mail: raimo.kolli@emu.ee

Keywords: microannelids, humus cover (humus forms), forest soils, abundance, vertical distribution

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2015_1_kolli.pdf

ABSTRACT. The formation of humus profiles in forest ecosystems depends on the soil and plant cover types, and on the flux of falling debris into the soil. The transformation of "fresh organic matter" into humus is mainly performed by soil organisms. Therefore the species composition and abundance of living organisms in humus covers are good indicators in the evaluation of ecosystems functional efficiency and in understanding humus profile forming mechanisms. The abundance, species richness and vertical distribution of microannelids in the humus covers of forest ecosystems were studied in the pedo-ecological conditions of Estonia. The first research area (UA-I, Koorvere) is located in the pine forest of a Rhodococcum site type on a typical podzol with a sandy texture and fresh mor humus cover. UA-II (Kaagvere) is located in a mixed pine-spruce forest of Oxalis site type on a pseudopodzolic soil with a loamy sand on sandy loam texture and fresh moder humus cover. UA-III (Reola) – is in a spruce forest of an Oxalis drained swamp site type on a shallow fen soil with well decomposed peat and a eutrophic peaty humus cover. The mean abundance and species richness of microannelids in the humus covers of these three forest ecosystems (UA I-III) were respectively 17.0, 23.4 and 54.5 (in 103 individuals per m²), while the observed numbers of microannelids species were 1, 7 and 12. The highest number of one species per unit volume (319 individuals per one litre of soil) is characteristic of a moor type forest floor (UA-I) where, of the microannelids, only those in a strong acidity indicator group species *Cognettia sphagnetorum* were found. In the well decomposed eutrophic peat (UA-III) with the highest volume density (250 individuals L⁻¹) the species found was *Hemifridericia parva*, which is an indicator of slight acidity, while in the moder type forest floor (UA-II) *Enchytronia parva* (177 individuals L⁻¹) were found, which are an indicator of moderate acidity.

© 2015 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2015 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Aeromorfsete metsamuldade pindmiseks osaks on ühe või mitmekihiline metsakõdu, mis lasub mineraalsel mullal. Poolhüdromorfsetel mineraalmuldadel (glei- ja turvastunud glei-) ja soomuldadel järgnevad metsakõdule aga turbahorisandid. Metsavarisega juurdetunud orgaanilises aines ja selles olevate toiteelementide, lämmastiku ja süsiniku uude tsüklisse sisenemiseks peaksid nad olema mineraliseerunud (muudetud

taimede omastatavateks). Teatud osa värskest orgaanilisest aineist muundub tavaliselt huumuseks, moodustades erineva ülesehitusega ökoloogiliste tingimuste suhtes tasakaalustunud huumusvorme ehk huumuskatteid (Graefe jt, 2012; Kõlli, Tamm, 2013). Kõige selle toimimisel on ülitähtis roll mullaelustiku liigilisel koostisel ja talitlemisel (Coleman jt, 2004; Graefe, Beylich, 2006). Metsamuldade huumuskatte elustiku ühtedeks olulisteks esindajateks on mikroanneliidid (väiksemõõtmelised ussid ehk rõngussid), milliste levik

ja paiknemine huumusprofiilis sõltub huumuskatte omadustest ning vastavate liikide aut- ja sünökoloogilistest (s.o talitluslikest) suhetest (van Vliet, 2000; Beylich, Graefe, 2009; Jeffery jt, 2010).

Käesoleva töö eesmärgiks on tutvustada kolme erineva koostisega metsaökosüsteemi (Kõlli, Teesalu, 2012) huumuskatte mikroanneliidide arvukust, liigilist koosseisu ja vertikaalset jaotumust. Teisiti öeldes, käsitletakse metsamuldade orgaanilise aine poolest rikaste pindmiste kihtide (metsakõdu, huumushorison, turvas) mesofauna hulka kuuluvate väikeste usside (valgeliimuklased, hulkharjasussid) arvukust ja liigilist koosseisu ning vertikaalset jaotumust seoses huumuskatte ülesehituse ja omadustega. Antud töös ei käsitleta *Enchytraeidae* hulka kuuluvate makrofauna perekonna suhteliselt suuremõdulisi usse (*N. Lumbricidae* – vihmaussid).

Teadustalgutel, mis toimusid 15–22. mail 2004. a Võrtsjärve Limnoloogiajaamas pärast 6. rahvusvahelist valgeliimuklaste-alast sümposiumi, leiti mitmesugustest Lõuna-Eesti elupaikadest kogutud 58 proovist 44 liiki valgeliimuklasi (Schmelz jt, 2005). T. Timmi järgi (2011) on Eestis seni registreeritud 51 mulla valgeliimuklase (*Enchytraeidae*) liiki.

Eestile uute või senitundmatute liikide lisandumised valgeliimuklaste nimekirja näitavad ilmekalt selle ala vähest uuritust eelnevatel aastatel. Kahjuks on tagasihoidlik ka vastavate andmetega seostatud pedo-ökoloogilise tausta uuringud, mis on samas aga käesoleva töö üheks oluliseks koostisosaks.

Uurimisalad ja meetodika

Väljuurimised toimusid 2012. aastal kolmel uurimisalal (UA): I. Koorvere asub Põlvamaa Vastse-Kuuste valla Koorvere küla Kiidjärve metskonna maadel (58°60' N, 28°58' E); II. Kaagvere – Tartumaa Mäksa valla Kaagvere küla Kastre metskonna maadel (58°20' N, 26°54' E) ja III. Reola – Tartumaa Kambja valla Vana-Kuuste küla Kastre metskonnas (58°16' N, 26°45' E).

Koorveres (UA-I) pohla männiku koosseisus on männi (osakaal 95–100%) kõrval veidi kuuske (0–4%) ja üksikuid kaski. Kaagvere (UA-II) jänesekapsa männikuuse segamets on kaheerindeline, mille esimeses rindes on mändi 70–90% ja kuuske 10–30%, kuid teises rindes valitseb vaid kuusk. Reola (UA-III) jänesekapsa kõdu-soo kaheerindelises kuuse-männi-kase segametsas on kuuse osakaal ca 60%, männi oma 30% ja kasel 10%. Teiselt poolt võttes, on I rindes kuuse kõrval ca 40% mändi, teises aga 30% kaski. UA-de (I–III) puistuid iseloomustavad keskmised näitajad on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Uurimisalade puistute iseloomustus

Table 1. Characterization of research areas' forest stands

Näitaja/Characteristic	Uurimisala / Research area		
	Koorvere ^a	Kaagvere ^b	Reola ^c
Tagavara / Stock of stems (m ³ ha ⁻¹)	352	380/42	228
Täius / Stocking density	0,73	0,76/0,15	0,50–0,66
Rinnaspindala / Basal area at breast height (m ² ha ⁻¹)	27	29/4	18–22
Vanus (aasta) / Age (yr)	138	118/68	Ku, Mä 135, Ku (IIr.) 75
Keskmine kõrgus / Average height (m)	29	29/18	Ku, Mä 26, Ku (IIr.) 22
Keskmine diameeter / Average diameter (cm)	31	38/18	Ku, Mä 40, Ku (IIr.) 25
Boniteet (klass) / Quality class	II	I/I	II–III
Puude arv (tk ha ⁻¹) / Number of trees per ha	352	255/180	100 (Ir.)–500

^akeskmised näitajad on arvatud kvartalite 135 (eraldised 2 ja 3) ning 140 (er. 1, 5 ja 6) keskmisena / average characteristics were calculated as means of blocks 135 (compartments 2 and 3) and 140 (comp. 1, 5 and 6); ^bkeskmised on esitatud kvartalite 218 (er.15) ja 219 (er. 3) andmete alusel / average characteristics are presented on the base of blocks 218 (comp. 15) and 219 (comp. 3) data; ^candmed on toodud kvartali 002 (er. 2 ja 5) alusel / data are given on the base of block 002 (comp. 2 and 5), whereas the tree species are followings Ku – spruce and Mä – pine.

Mullastikuliselt on kolm UA eriilmelised. Koorveres on domineerivaks mullaerimiks nõrgalt leetunud tüüpiline leede-liivmuld, mille profiili valemiks on: O1-O2f-O3-Ea-Bhs-Bs-B-C (Astover jt, 2013). Sellele assotseeruvad vähesel määral sama lõimisega keskmiselt leetunud tüüpilised ja huumuslikud leedemullad. World Reference Base for Soil Resources (WRB) (IUSS WG WRB, 2014) järgi on selle mulla nimeks Albic Carbic Podzol (Arenic). Huumuskatteks on sellel mullal Eesti klassifikatsiooni järgi aga värske moor (Kõlli, Tamm, 2014). Mulda, mille maapinna kõrgus merepinnast on piirides 70–72 m, iseloomustavad tabelis 2 esitatud analüüsiandmed.

Kaagvere UA-II-I domineeriva kahkja liivsavi lasuva saviliiv mulla erimi kõrval (WRB järgi Dystric Albic Glossic Fragic Retisol (Abruptic, Endoloamic, Humic)) leidub praktiliselt sama lõimisega väikese pindalalisi gleistunud kahkja ja nõrgalt leetunud mulla kontuure. Rajatud sügavkaeve mullaprofiili valemiks on siin Od-A-Baf-Elg-2Bt-2C. Kaagvere UA keskmine

kõrgus merepinnast on 44–46 m. Huumuskatte tüübiks on siin värske moder, mille mõningad iseloomustavad andmed on tabelis 2.

Tabel 2. Mullaproovide analüüsiandmed uurimisalade mulla-horisontide kaupa

Table 2. Results of soil analysis by research areas' (UA) soil horizons

UA	Horisont, sügavus (cm) Horizon, depth (cm)	pH _{KCl}	N _{ald} /N _{tot} , g kg ⁻¹	C _{org} , g kg ⁻¹
UA-I	O2f, 1–4 cm	3,1	12,3	432,4
UA-I	Ea, 6–12 cm	3,0	0,3	13,2
UA-I	Bs, 25–40 cm	4,2	0,3	7,6
UA-II	Od, 0–2 cm	4,0	6,8	196,6
UA-II	A, 2–5 cm	4,2	3,0	86,4
UA-II	A, 5–15 cm	4,4	1,3	9,0
UA-II	A, 15–25 cm	4,0	0,5	13,2
UA-II	Baf, 33–46 cm	4,3	0,1	1,7
UA-II	2B, 60–80 cm	4,1	0,2	0,9
UA-III	T3, 2–10 cm	5,0	22,6	431,8
UA-III	T3, 10–20 cm	6,3	27,4	365,2
UA-III	T3, 20–30 cm	6,3	26,8	379,6
UA-III	T3, 30–40 cm	6,3	22,7	430,1

Reola UA-III-l domineeriva õhkese (turba tüsedusega 50–100 cm) hästilagunenud madalloomulla erimi kõrval (WRB – Eutric Rheic Drainic Sapric Histosol (Fluvis)) leidub mõningal määral ka tüsedaid madalloomuldasi. Proovivõtukohta turvasmulla profiili valemiks oli O2-T3-CGa. Reola UA keskmine kõrgus merepinnast on 35 m. Huumuskatteks on siin eutroofne turvas (tabel 2).

Mulla pH määrati mulla suspensioonist (1 M KCl lahusega – 1:2,5) Mettler Toledo pH-meetri abil. Kuivatatud mullaproovide üldlämmastik ($N_{\text{üld}}$) ja orgaanilise süsiniku (C_{org}) sisaldus tehti kindlaks kuivtuhastamise meetodil kasutades aparati varioMAX CNS (ELEMENTAR) EMÜ mullateaduse ja agro-keemiaosakonna laboris.

Proovid mikroanneliidide määramiseks võeti 19,63 cm² pindalaga silinderpuuri abil 5 cm mullakihtide kaupa kolmes korduses 27–28. augustil, 2012. a. Mikroanneliidide liikide ja isendite arv UA-delt võetud 33 mullaproovis tehti kindlaks uurimisalade ja mullakihtide lõikes U. Graefe poolt Hamburgi Rakendusliku Mulla-bioloogia Instituudi laboris. Kõik arvukust kajastavad

tulemused arvatati ümber 1 m² kohta. Andmete statistilisel analüüsil toodi välja mikroanneliidide arvukuse (isendeid m⁻²) aritmeetiline keskmine, mediaan, standardhälve ja variatsiooni koefitsient.

Tulemused

Kolme UA pealismullas eristati kokku 16 mikroanneliidide liiki, mis kuuluvad üheksasse perekonda (tabel 3). Liikide poolest kõige arvukam oli uuritud alal perekond *Fridericia* (eristati 4 liiki). Isendite arvukuse domineerivuse poolest huumuskattes olid UA-del suured erinevused. Nii oli Koorvere UA-l ainukeseks mikroanneliidide liigiks *Cognettia sphagnetorum*, Kaagveres oli domineerivaks liigiks *Enchytronia parva* (selle liigi isendid moodustasid 54% mikroanneliidide isendite koguhulgast) ja Reola UA-l *Hemifridericia parva* (31% isendite koguarvust). Tugevasti ja mõõdukalt happelise muldkeskkonna peamisteks indikaatoriteks on perekondade *Cognettia* ja *Enchytronia* isendid, nõrgalt happelisele aga *Hemifridericia*, *Fridericia* ja *Henlea* perekondade liigid.

Tabel 3. Mikroanneliidide liikide nimestik ja arvukus (sadades isendites m⁻²) uurimisalade pealismullas

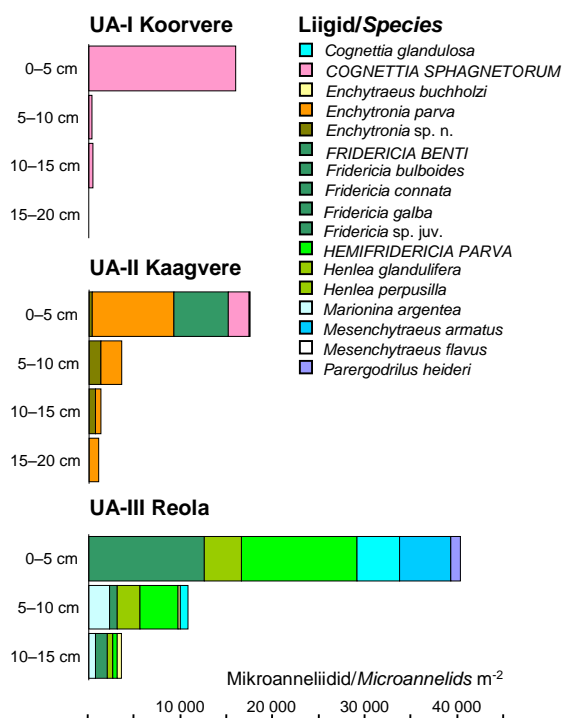
Table 3. Microannelids' species list and abundance (in hundreds individuals per m²) in topsoil of research areas

Liik <i>Species</i>	Uurimisala / <i>Research area</i>			Happesuse indikatsiooni grupp <i>Acidity indicator group</i> ^b
	Koorvere	Kaagvere	Reola	
Enchytraeidae – Valgeliimuklased				
<i>Cognettia glandulosa</i> ^a			53,5	mh
<i>Cognettia sphagnetorum</i>	169,8	22,1		th
<i>Enchytraeus buchholzi</i> agg.			7,6	nh
<i>Enchytronia parva</i>		127,3		mh
<i>Enchytronia</i> sp. n. ##		23,8		nh
<i>Fridericia benti</i>			30,6	nh
<i>Fridericia bulboides</i>		20,4	25,5	nh
<i>Fridericia connata</i>		28,9		nh
<i>Fridericia galba</i>			2,5	nh
<i>Fridericia</i> sp. juv.		10,2	86,6	nh
<i>Hemifridericia parva</i>			170,6	nh
<i>Henlea glandulifera</i>			17,8	nh
<i>Henlea perpusilla</i>			53,5	nh
<i>Marionina argentea</i> agg. ^a			30,6	nh
<i>Mesenchytraeus armatus</i> ^a			56,0	nh
<i>Mesenchytraeus flavus</i>		1,7		mh
Polychaetae – Hulkharjasussid				
<i>Parergodrilus heideri</i> ^a #			10,2	nh
Arvukuse kokku / <i>Total abundance</i>	169,8	234,4	545,0	
Standardhälve / <i>Standard deviation</i>	98,3	28,4	122,4	
Variatsioonikoefitsient / <i>Coefficient of variability</i> , (%)	58	12	22	
Arvukuse mediaan / <i>Median of abundance</i>	239,4	545,0		
Liikide arv / <i>Number of species</i>	1	7	12	
Tugeva happesuse indikaatorid / <i>Indicators of strong acidity</i> (%)	100	9	0	
Mõõduka happesuse indikaatorid / <i>Indicators of moderate acidity</i> (%)	0	55	10	
Nõrga happesuse indikaatorid / <i>Indicators of slight acidity</i> (%)	0	36	90	

^a niiskete ja märgade mullaolude indikaatorid / *indicators of moist and wet soil condition*; # – esmakordne leid Eestis / *species new for Estonia*; ## – teadusele uus liik / *species new to science*; ^b happesuse indikatsioon / *indication of acidity*: nh – nõrgalt/slightly, mh – mõõdukalt/moderately, th – tugevalt happeline / *strongly acid*.

Mikroanneliidide arvukuse vertikaalsest jaotusest selgus, et domineeriv osa mikroanneliididest paikneb pindmises hästiõhustatud ja värske orgaanilise aine poolest rikkas pindmises 5 cm huumuskatte kihis (joonis 1). Nii talitleb Koorvere pindmises 5 cm kihis, mis koosneb fermentatiivsest pooleldilagunenud metsakõdust (O2f), 94% kõigist sellel mullal määratud mikroanneliidide isenditest. Kaagvere UA-l, kus pindmine proov hõlmas, kogu detriitse metsakõdu

(O2d, ca 2 cm) ja sellele järgneva orgaanilise aine poolest rikka A-horisoni pindmise 3 cm tüseduse osa, talitleb nendes kihtides kokku 75% kogu huumuskatte isenditest. Reola pindmises (värsket varist sisaldavas) hästilagunenud pindmises turbakihis oli mikroanneliidide osakaal (74%) praktiliselt sama.



Joonis 1. Mikroanneliidide arvukuse (isendit ühe m² kohta) vertikaalne jaotumus (5 cm kihtide kaupa) uurimisalade pealiskihul

Figure 1. Vertical distribution of microannelids (individuals per m²) in the topsoil (by 5 cm layers) of research areas (UA)

Isendite jaotust sügavuse suunas saab iseloomustada ka isendite arvuga ühe liitri mulla kohta st isendite tihedusega mulla ruumalühiku kohta. Nii on ühes liitris huumuskatte pindmises 0–5 cm kihis UA-del I-II-III isendite arvuks vastavalt 319, 350 ja 805, teises (5–10 cm) 7, 71 ja 213, kolmandas (10–15 cm) 10, 27 ja 71 ning neljandas (15–20 cm) 3, 20 ja UA-III-s hinnanguliselt 40–60 piirides. Kõige suurem ühe liigi ruumalaline tihedus (319 isendit L⁻¹) on iseloomulik UA-I moor tüüpi metsakõdule, kus ainuvalitsejaks on liik *Cognettia sphagnetorum*. Hästilagunenud eutroofses turbas (UA-III) on suurima tihedusega (250 isendit L⁻¹) liigiks *Hemifridericia parva* ning moder tüüpi (UA-II) metsakõdu *Enchytronia parva* (177 isendit L⁻¹).

Kuna proovivõtusügavused muldade puhul (tabel 2) ja mikroanneliidide määramiseks (joonis 1) ei lange mõnel juhul kokku, oleme seda arvesse võtnud ka teatud aspektide suhtes järelduste tegemisel. Nii näiteks võiks eeldada, et UA-I suhteliselt märgatav mikroanneliidide arvukus Ea horisondis võis olla tingitud sellest, et siin sisaldus ka pisut O3 horisondi materjali. Samas 15–20 cm sügavuselt võetud huumust sisaldav proov võis olla lahjendatud rohke leetunud materjali tõttu. UA-del II ja III taolisi segavaid aspekte ei täheldatud.

Mikroanneliidide arvukust analüüsisime ka orgaanilise aine sisalduse (varu) suhtes s.o tuues isendite arvu 1 kg kuiva orgaanilise aine (metsakõdu, turvas) kohta. Vastavatest hinnangulistest arvutustest järeldub, et pindmises puhtalt orgaanilisest ainest koosnevates horisontides talitleb ühes kg-s orgaanilises aines 4,6–6,2 tuhat isendit. Mineraalse mulla lisandumisel see

näitaja väheneb 3,1 tuhande isendini kg kohta (UA-II) ning on huumuskatte alumises osa piirides 0,2–1,2 10³ isendit 1 kg kuiva orgaanilise aine kohta. Huumuskatte kuiva orgaanilise aine keskmised mikroanneliidide sisaldused on kõigil UA-del (I–III) piirides 2,0–2,5 (10³ isendit kg⁻¹).

Arutelu

Huumusvormide bioloogilise aspekti uurimise vaid mikroanneliidide haarav käsitlus (Beylich, Graefe, 2009; Graefe jt, 2012), pöörab suuremat tähelepanu väikesemõõdulistele rõngussidele. Ühelt poolt on väikesemõõdulised rõngussidid vähem uuritud võrreldes suuremõõduliste anneliididega (N. vihmaussid), teisalt aga talitlevad väikesemõõdulised rõngussidid suurema ökoloogilise intensiivsusega ning ka nende talitlemise ökoloogiline amplituud on laiem. Eriti oluline on see tugevasti happelises keskkonnas moodustunud metsakõdu lagundamisel, kus bakteriaalse lagunemise asemel domineerib seeneline lagunemine (van Vliet, 2000).

Mikroanneliidide mõju avaldub valdavalt selles, et nad peenendavad mulda sattunud varise, segavad selle oma seedetraktis mulla mineraalsete osistega ja lagunemisele vastupidava huumusega ning inokuleerivad selle vastavas keskkonnas tegutsevate lõppmineraalseerijatega (seened, bakterid). Samas on oluline see, et mikroanneliidid ei toitu mitte niivõrd surnud orgaanilisest aine, kui sellel ainel talitlevate mikroorganismide kehast. Seega saab öelda ka, et mikroanneliidid kontrollivad mikrofloora tegevust oma kahetise mõju – positiivse (inokulatsioon) ja negatiivse (toitudes nendest) kaudu.

Enchytraeidae hulka kuuluvad mullaelustiku koosseisus olevad organismid (populatsioonid) on liigi tasemel heaks kasvukoha ökoloogiliste tingimuste (mulla niiskus, happesus) indikaatoriteks ning leiavad seetõttu kasutust bioloogilises monitooringus ja hinnangute tegemisel ökosüsteemide talitlemise kohta (Beylich, Graefe, 2009). Olenevalt tingimustest võetakse proove kuni 20–45 cm sügavuseni, kuid nagu selgus meie uurimusest piisab meie õhukestes muldades selleks tavaliselt 15–20 cm tuseduse pindmise kihi uurimisest.

Käesolevas töös määratud mikroanneliidide arvukused langevad hästi kokku Euroopa mandriosas analoogsetes ökoloogilistes tingimustes tehtud uurimustega, kus 1 m² *Enchytraeidae* arvukus okaspuumetsades on piirides 8–35 tuhat isendit (van Vliet, 2000; Coleman jt, 2004).

Van Vliet (2000) andmetel on enam uuritud 19 *Enchytraeidae* perekonda, kusjuures neist kaheksa perekonna liike leiti ka meie kolmel UA-l ja käsitleti antud töös. Varem uurimused on samuti näidanud (Schmelz jt, 2005), et happelistes metsamuldades on üheks tähtsamaks *Enchytraeidae* liigiks *C. sphagnetorum*. Selle liigi arvukust ei mõjuta mitte niivõrd kõrge pH, kuivõrd teiste liikide konkurentsivõime suuremine keskkonna happesuse vähenemisel. Otsustavaks faktoriks on mikroobikoosluse seede/bakterite suhte muutused.

Lupjamise katsed happelise mooriga huumuskattes näitasid, et *Enchytraeidae* arvukus koosluses, mis koosnes vaid mõnedest happesuse suhtes tolerantsete liikide populatsioonidest, vähenes, samas kui vihmausside aktiivsus suurenes (Coleman jt, 2004). *Enchytraeus* and *Enchytronia* arvukusel ei ole korrelatiivset seost vihmaussidega, küll aga leiti oluline korrelatsioon perekonna *Fridericia* liikide ja vihmausside arvukuse vahel.

Parergodrilus heideri puhul on tegemist selle liigi Eesti muldades esinemise esmamainimisega. Hulkharjasusside hulka kuuluvat *Parergodrilus heideri* on leitud Itaalia põõgimetsa huumuskattes (Rota, 1997). Samas on kirjeldatud tema ökoloogiat ja süstemaatilist kuuluvust. Nähtub, et sellele liigile sobivad kõige enam nõrgalt happelised ja neutraalsed mull tüüpi huumuskatttega mullad.

Kokkuvõte ja järeldused

Mikroanneliidide keskmiseks arvukuseks parasiiskel leede-liivmullal kasvava pohla männiku värskes moori huumuskattes (UA-I) on $17,0 \pm 4,6$ tuhat isendit 1 m^2 kohta; kahkjäl liivsavi lasuva saviliivmulla jänesekapsa männi-kuuse segametsa värskes moderi huumuskattes (UA-II) on mikroanneliidide aga ligi 1,4 korda ($10^3 23,4 \pm 1,4 \text{ m}^{-2}$) ning hästilagunenud õhukesel madalloomullal kasvava jänesekapsa kõdusoo kuuse-männi-kase segametsa kuivendatud eutroofse turbaga 15 cm tiseduses huumuskattes (UA-III) isegi 3,2 korda suurem ($10^3 54,5 \pm 6,1$ isendit m^{-2}). Mikroanneliidide liikide arvuks on värskes mooris (UA-I) 1, värskes moderis (UA-II) – 7 ja eutroofses turbas (UA-III) – 12; nende alade (UA-I–III) domineerivaks liigiks on vastavalt tugevasti happelise mulla indikaator *Cognettia sphagnetorum*, mõõdukalt happelise oma – *Enchytronia parva* ja nõrgalt happelises keskkonnas talitlev *Hemifridericia parva*. Valdav osa mikroanneliididest (74–95%) talitleb pindmises hästiõhustatud ja värskes orgaanilise aine poolest rikkas huumuskatte osas, kusjuures nende levik sügavuse suunas sõltub ennekõike keskkonna orgaanilise aine sisaldusest ja aeratsioonist.

Kasutatud kirjandus

- Astover, A., Reintam, E., Leedu, E., Kõlli, R. 2013. Muldade väliuurimine. – Eesti Maaülikool, Tartu, 70 lk.
- Beylich, A., Graefe, U. 2009. Investigations of annelids at soil monitoring sites in Northern Germany: reference ranges and time-series data. – *Soil Organisms* 81, 175–196.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, J.P.F. 2004. Fundamentals of soil ecology. 2nd. Ed. – Elsevier Academic Press, Amsterdam, 386 pp.
- Graefe, U., Beylich, A. 2006. Humus forms as tool for upscaling soil biodiversity data to landscape level? – *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 108, 6–7.

- Graefe, U., Broll, G., Milbert, G., Washendorf, C. 2012. Biological features of soils: the unifying principles in topsoil classification. In: Abstracts of International Conference "Humus forms and biologically active compounds as indicators of pedodiversity" (eds. K. Kauer, R. Kõlli). – Eesti Maaülikool, Tartu, 14.
- IUSS Working Group WRB, 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. – World Soil Resources Reports No. 106, FAO, Rome, 181 pp.
- Jeffery, S., Gardi, C., Jones, A., Montanarella, L., Marmo, L., Miko, L., Ritz, K., Peres, G., J. Römbke J., van der Putten W.H. (eds.) 2010. – European Atlas of Soil Biodiversity. EC, PO of EU, Luxembourg, 128 pp.
- Kõlli, R., Tamm, I. 2013. Humus cover and its fabric depending on pedo-ecological conditions and land-use: an Estonian approach to classification of humus forms. – *Estonian Journal of Ecology* 62 (1), 6–23.
- Kõlli, R., Tamm, I. 2014. Eesti metsamuldade huumuskate. – *Eesti Mets* 1, 46–52.
- Kõlli, R., Teesalu, T. (eds.) 2012. *Excursion guide*. International Conference "Humus forms and biologically active compounds as indicators of pedodiversity". – Eesti Maaülikool, Tartu, 11 pp.
- Rota, E. 1997. First Italian record of the terrestrial polychaete *parergodrilus heideri* reisinger, with anatomical and ecological notes. – *Italian Journal of Zoology* 64 (1), 91–96.
- Schmelz, R. M., Arslan, N., Bauer, R., Didden, W., Dózsa-Farkas, K., Graefe, U., Panchenko, I., Pokarzhevski, A., Römbke, J., Schlaghamerský, J., Sobczyk, Ł., Somogyi, Z., Standen, V., Thompson, A., Ventiņ, J., Timm, T. 2005. Estonian Enchytraeidae (Oligochaeta) 2. Results of a faunistic workshop held in May 2004. – *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 54 (4), 255–270.
- Timm, T. 2011. Rõngusside (Annelida: Polychaeta ja Oligochaeta) uurimise ajalooost Eestis. – ELUS Aastaraamat 86. LUS, Tartu, 206–208.
- van Vliet, P.C.J. 2000. Enchytraeids. – *Handbook of Soil Science*, (ed. M.E. Sumner), CRC Press, Boca Raton, 70–77.

Abundance and species richness of microannelids in humus cover of estonian forest soils

Raimo Kõlli¹, Ulfert Graefe², Indrek Tamm¹
¹*Institute of Agricultural and Environmental Science, Estonian University of Life Sciences, Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Estonia*
²*IFAB Institute for Applied Soil Biology GmbH, Sodenkamp 62, 22337 Hamburg, Germany*

Summary

The forming of humus profiles in forest ecosystem depends on soil and plant cover types, and on flux of

falling debris into soil. The transformation of "fresh organic matter" is mainly performed by soil organisms. Therefore the species composition and abundance of living organisms in humus covers (humus forms) are good indicators in evaluation of ecosystems functioning efficiency and in understanding of humus profile forming mechanisms. The abundance, species richness (number of species) and vertical distribution of microannelids in humus covers of forest ecosystems were studied in pedo-ecological conditions of Estonia.

First research area (UA-I, Koorvere) located in pine forest of Rhodococcum site type on typical podzol with sandy texture and fresh mor humus cover; UA-II (Kaagvere) located in mixed pine-spruce forest of Oxalis site type on pseudopodzolic soil with loamy sand on sandy loam texture and fresh moder humus cover, and UA-III (Reola) – in spruce forest of Oxalis drained swamp site type on shallow fen soil with well decomposed peat (muck) and eutrophic peaty humus cover.

Mean abundance and species richness of microannelids in humus covers of these three forest ecosystems (UA I-III) was accordingly 17.0, 23.4 and 54.5 (in 10^3 individuals per m^2), but the indicated number of microannelids species – 1, 7 and 12. The highest number of one species per volume (319 individuals per one litre of soil) is characteristic to mor type forest floor (UA-I), where from microannelids only the belonging to a strong acidity indicator group species *Cognettia sphagnetorum* was found. In the well decomposed eutrophic peat (UA-III) with the highest volume density (250 individuals L^{-1}) species is *Hemifridericia parva*, as indicator of slight acidity, and in moder type forest floor (UA-II) *Enchytronia parva* (177 individuals L^{-1}) as an indicator of moderate acidity.