

MULLATÜÜBI JA NIISKUSETINGIMUSTE MÕJU PÕLLUMULDADE VIHMAUSSIKOOSLUSTELE

M. Ivask¹, A. Kuu², M. Truu¹, J. Truu¹

¹ Tallinna Tehnikaülikool, ² Eesti Maaülikool

Sissejuhatus

Vihmaussidel on oluline osa mullaviljakuse kujunemisel, mis teeb selle loomarühma vähemalt taimede produktiivsuse seisukohalt kõige tähtsamaks teiste loomade seas, kes kunagi on inimkonnaga maakera pinda jaganud (Lee, 1985). Nagu ka teised mullaselgrootud parandavad nad orgaanilise aine mineralisatsiooni, tükeldavad varist ja loovad soodsa elukeskkonna mikroorganismidele. Vihmaussilasi *Lumbricidae* on üldse teada umbes 220 liiki, millest 19 on Euroopas tavalised (Edwards, Bohlen, 1996). Eestis on praeguseks leitud 13 vihmaussiliiki (Timm, 1999) perekondadest *Lumbricus*, *Allolobophora*, *Aporrectodea*, *Dendrobaena*, *Dendrodrilus*, *Eisenia*, *Octolasion* ja *Eiseniella*. Vihmaussiliigid jagunevad kolme ökoloogilisse gruppi vastavalt nende eluviisile (epigeilised, endogeilised, aneetsilised) ning igale grupile on omased ühised iseloomulikud morfoloogilised ja käitumuslikud omadused (Bouché, 1977; Lee, 1991).

Vihmaussikoosluste struktuuri ja mitmekesisuse põhjal saab teha järeltõlge põllumajandusliku tegevuse mõju kohta mullale. On tõestatud, et vihmaussikoosluste parameetritel on seos elupaiga, eeskätt mullatingimustega (mulla lõimis, orgaanilise aine sisaldus, poorsus, vee liikumine mullas, happesus, niiskus, temperatuur, mõnede ionide kontsentratsioon, taimeistik) (Edwards, Bohlen, 1996). Liikide arv ja koosluse ökoloogiline struktuur (endogeiliste, epigeiliste ja aneetsiliste vihmausside osatähtsus) on Paoletti (1999) järgi põllumajanduslikes muldades olulisimad parameetrid, mis inditseerivad mulla struktuuri, mullaharimisega seotud tegevusi, raskmetallidega saastumist ja taimekaitsevahendite kasutamist. Atlavinyte (1990) on tõestanud, et muutused vihmausside ja mõnede teiste mullaorganismide arvukuses ning koosluse liigilise koosseisu näitajad on mulla viljakuse, kurnatuse ja saastumise head indikaatorid.

Käesoleva töö eesmärk oli kindaks teha vihmaussikoosluste arvukus ja mitmekesisus meie enam levinud haritavates muldades ning leida tegurid, mis kooslusi enam mõjutavad.

Võtmesõnad: vihmaussid, bioloogiline mitmekesisus, mulla mikroobikooslus, mullatüüp, mullaniiskus.

Materjal ja meetodika

Vihmaussikoosluste analüüsiks valiti välja 24 põldu, valiku aluseks oli mullatüüp. Põllumullad jagunesid 3 gruppi mullatüübi alusel: rähkmullad, leostunud mullad, kahkjad mullad. 2003. ja 2004. aastal analüüsiti igas grupis 8 põllu vihmaussikooslusi. Proovipõldudel selgitati kasvatatav kultuur (2003: 19 teravilja-, 3 ristikupõldu, 1 rapsi-, 1 põldheinapõld; 2004: 20 teraviljapõldu, 1 ristikupõld, 2 rapsipõldu ja 1 põldheinapõld), mineraalsete ja orgaaniliste väetiste ning taimekaitsevahendite kasutamine eelnevatel (2001. ja 2002.) aastatel. Võrdluseks kasutati ka põldude vihmaussikoosluste andmeid aastatest 1996–2001 (56 põldu erineva mullatüübiga) ning 42 teraviljapõllu andmeid aastast 2004.

Vihmaussid koguti käsitsisorteerimise meetodil. Kõigil põldudel kaevati 5 kaevet mõõtudega 50×50×40 cm, mille mullast vihmaussid sorteeriti käsitsi (Meyer 1996). Ussid pesti ning hoiti seejärel 48 tundi külmkapis. Liikide määramisel olid abiks Graffi (1953), Timmi (1999) ja Bährmanni (1995) määramistabelid. Arvutati liikide arvukus 1 m² mullapinna kohta ning aritmeetilise keskmise viga (SE). Iga põllu kaevete mulla koondproovist määrati mullaniiskus (105 °C), pH (KCl), orgaanilise aine sisaldus (muhvelahjus 360 °C juures), üldlämmastiku- (Kjeldahli meetodil), liikuva fosfori (laktaatmeetodil) ja K⁺-ioonide sisaldus (leekfotomeetris). Mulla mikroobikoosluse hüdrofüütiline aktiivsus määrati fluorestseindiatsetaadi meetodil (Schnürer, Roswall, 1982).

Andmeanalüüsil kasutati mittepameetrisi statistilisi meetodeid (Kruskalli-Wallis dispersioonanalüüs, Manni-Whitney U-test, Spearmani korrelatsioonanalüüs). Arvutati vihmaussikoosluste mitmekesisuse indeks Shannoni järgi.

Tulemused

Analüüsitud põldude mullapameetrite keskmised väärtused on esitatud tabelis 1, statistiliselt usaldusväärseid erinevusi keskmiste väärtuste vahel ei leitud.

Statistiliselt usaldusväärset erinesid vihmausside arvukus (P<0,05) ja mikroobikoosluse hüdrofüütiline aktiivsus (P<0,05) kahkjates muldades ning vihmaussiisendi keskmine elusmass (P<0,05) leostunud muldades.

Tabel 1. Proovialade mullanäitajad (aritmeetiline keskmine \pm SE)

Näitaja	Rähkmullad, n=8	Leostunud mullad, n=8	Kahkjad mullad, n=8
Mulla niiskusesisaldus, %	15,95 \pm 0,29	16,34 \pm 0,05	18,58 \pm 0,59
pH (KCl)	7,07 \pm 0,12	6,92 \pm 0,07	6,23 \pm 0,3
Orgaanilise aine sisaldus, %	4,15 \pm 0,65	3,45 \pm 0,26	4,16 \pm 0,99
Üldlämmastikusisaldus, %	0,207 \pm 0,037	0,158 \pm 0,012	0,201 \pm 0,055
Liikuva fosfori sisaldus, mg 100 g kuivas mullas	16,91 \pm 3,18	11,19 \pm 1,7	14,34 \pm 2,78
K ⁺ -ioonide sisaldus, mg 100 g kuivas mullas	18,24 \pm 3,3	21,32 \pm 2,1	17,24 \pm 2,86

Tabel 2. Vihmaussi- ja mikroobikooslusi iseloomustavad näitajad (aritmeetiline keskmine \pm SE). Statistiliselt usaldusväärselt erinevad keskmised väärtused on tähistatud *-ga

Näitaja	Rähkmullad, n=8	Leostunud mullad, n=8	Kahkjad mullad, n=8
Arvukus, isendit 1 m ² -l	47,94 \pm 11,25	72,97 \pm 15,13	107,11 \pm 22,4*
Liikide arv	3,2 \pm 0,5	3,5 \pm 0,26	3,1 \pm 0,5
Epigeilised isendid, %	3,7 \pm 2,1	7,0 \pm 3,2	2,2 \pm 1,0
Endogeilised isendid, %	85,2 \pm 4,3	81,5 \pm 6,1	89,8 \pm 2,3
Aneetsilised isendid, %	11,1 \pm 2,7	11,5 \pm 4,5	8,0 \pm 2,0
Elus biomass, g m ² -l	33,39 \pm 6,44	29,32 \pm 6,91	45,05 \pm 8,51
Ühe elusa isendi biomass, g	0,79 \pm 0,12	0,42 \pm 0,05*	0,51 \pm 0,07
Shannoni mitmekesisuse indeks	0,841 \pm 0,187	0,969 \pm 0,135	0,831 \pm 0,126
Mikroobikoosluse hüdrofüütiline aktiivsus, OD/G	0,578 \pm 0,025	0,582 \pm 0,032	0,761 \pm 0,073 *

Tabel 3. Vihmaussiliikide esinemine proovipõldudel 2003 ja 2004 (proovipõldude arv, kus liik oli esindatud)

Vihmaussiliik	Rähkmullad, n=8	Leostunud mullad, n=8	Kahkjad mullad, n=8	Esinemine, n=8
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	7	8	8	23
<i>Aporrectodea rosea</i>	7	8	8	23
<i>Allolobophora chlorotica</i>	0	1	3	4
<i>Octolasion cyaneum</i>	1	0	0	1
<i>Aporrectodea longa</i>	4	2	3	9
<i>Lumbricus terrestris</i>	4	4	4	16
<i>Lumbricus rubellus</i>	2	8	5	15

Lisaks tabelis toodud andmetele on aastatel 1996–2001 ja 2004 kogutud andmete põhjal põllumuldades leitud ka üksikuid isendeid liikidest *Lumbricus castaneus*, *Dendrodrius rubidus* ja *Eisenia foetida*. Ühel rähkmullaga põllul ei leitud ühtegi vihmaussi (Lääne-Saaremaal, väga õhuke ja kivine muld). Kõigi ülejäänud 23 põllu mullas esinesid endogeilised liigid *Aporrectodea caliginosa* ja *Aporrectodea rosea*. Teistest liikidest isendid mõnel põllul puudusid, endogeiline liik *Octolasion cyaneum* leiti ainult ühel põllul.

Teravilja-, rapsi- ja ristikupõldude mulla vihmaussikoosluste parameetrite keskmiste väärtuste vahel ei leitud statistiliselt usaldusväärselt erinevusi.

Arutelu

Haritav maa moodustab ligikaudu veerandi Eesti territooriumist, seejuures moodustavad rähkmullad 9%, leostunud mullad 9,7% ning kahkjad mullad 15,1% haritavast maast (Kõlli, Lemetti, 1999; Kõlli, Ellermae, 2001). Eri tüüpi mullad erinevad bioloogilise aktiivsuse poolest. Rähkmuldades on ülemises mullakihis optimaalsed tingimused (õhustatus, niiskus ja pH) mullamikroobikoosluse ja selgrootute jaoks, kuid põuasel aastal kahjustab kooslusi liigne kuivus. Leostunud muldades on mullaelustiku aktiivsus suur, niiskusingimused on stabiilsemad kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Kahkjatele muldadele on iseloomulik väike huumusesisaldus ning kõrgem happesus, seetõttu on muldade bioloogiline aktiivsus väike, kuid teatud põllumajanduslike abinõudega (lupjamine, orgaaniliste väetiste kasutamine) on võimalik bioloogilist aktiivsust suurendada (Kõlli, Lemetti, 1999).

Kirjanduse andmetel (Paoletti, 1999; Curry *et al.*, 2002) on vihmaussikooslused haritavatel maadel üldiselt väiksema arvukusega kui seal, kus kooslusi pidevalt ei häirita. Igasugune mullas toimuv põllumajanduslik tegevus avaldab mõju vihmaussikoosluse arvukusele ja mitmekesisusele, mõju võib olla negatiivne või positiivne. Enamasti on tegemist mullatemperatuuri, -niiskuse, orgaanilise aine hulga ja kvaliteedi muutuste tagajärjega. Mullaharimine, viljavahelduse puudumine, toksikandid, mulla hapestumine ja taimsete jäänuste

eemaldamine põllult on faktorid, mis vähendavad vihmaussikoosluse näitajaid; minimeeritud mullaharimine, viljavaheldus, lupjamine ja orgaaniliste jäätmete põllule jätmise suurendavad nende arvukust ja mitmekesisust (Hendrix, Edwards, 2004). Mida suurema ulatusega ja sagedamini kooslusi häiritakse, seda väiksem on vihmausside arvukus ja biomass (Mckay, Kladviko, 1985). Mõju vihmaussidele on kas otsene (künnimine) või kaudne (elupaiga lõhkumine, toiduvarude vähenemine, mullaharimise järel muutuvad nad kättesaadavaks paljudele teistele loomadele). Maakasutuse intensiivistamine toob kaasa mitmekesisuse vähenemise ja varisest toituvate (epigeiliste ja aneetsiliste) liikide kadumise, mulla saastumise tagajärjeks on muutused koosluse liigilises koosseisus (Lavelle *et al.*, 1997).

Vihmaussid osalevad orgaanilise aine lagundamise ja lämmastiku mineraliseerimise protsessides otseselt, mõjutades teiste mullaorganismide populatsioone ärasöömise kaudu (negatiivselt, kui vähendavad saakloomade arvu, ja positiivselt, kui vähendavad populatsioonide kasvu limiteerivaid tegureid), mulla struktuuri muutuste kaudu, tükeldades ja ümber paigutades mullas asuvaid taimejäänuseid, toitaineterikaste ekskrementide eritamisega, ning kaudselt, mille juures on üksikuid mõjusid keeruline eristada (Marinissen, de Ruiter, 1993). On tõestatud, et mullakoosluste suuruse ja aktiivsuse, sh vihmaussikoosluse arvukuse, mikroobide biomassi, mullahingamise, mullaensüümide aktiivsuse mõõtmine on oluline võimalus mulladegradatsiooni või -viljakuse muutuste varaseks inditseerimiseks (Haynes, Tregurtha, 1999). Vihmausside kasutamine sel otstarbel on võimalik tänu nende erilisele positsioonile mullaorganismide hulgas ja tähtsusele protsesside toimumisel, mis on seotud mulla tervisega – nad on tundlikud ja efektiivsed mullatervise muutuste indikaatorid (Doube, Schmidt, 1997). Kirjanduse andmetel (Lavelle, Spain, 2001) on vihmausside arvukus mingis piirkonnas ja nende tähtsus suuresti seotud ka kliimatingimustega ning nende fülogeneetiliste ja biogeograafiliste iseärasustega koos selliste piirkonda iseloomustavate parameetritega nagu taimkate ja mullanäitajad.

Meie proovialade kolmes mullatüübis olid esindatud ühesugused liigid. Dominantliik, endogeiiline *Aporrectodea caliginosa* moodustas vähemalt $\frac{3}{4}$ kõigist ussidest, lisaks esines kooslustes endogeiiline *Aporrectodea rosea*, epigeiline *Lumbricus rubellus* ning aneetsilised *Aporrectodea longa* ja *Lumbricus terrestris*. Teistest erinesid rähkmuldade vihmaussikooslused – neis ei esinenud (ilmselt ajutise vähesel mullaniiskuse tõttu kuivaperioodidel) ökoloogiliselt nõudlikku liiki *Allolobophora chlorotica*. Ühel rähkmullaga põllul esines liik *Octolasion cyaneum*. Seda liiki on seni leitud Eestis vaid mõnes üksikus piirkonnas (Tallinn, Kuusiku, Aidu) ja kui tema arvukus on suurem, võib ta konkurentsi pakkuda meie kõige tavalisemale liigile *Aporrectodea caliginosa* (tabel 2). Vihmaussikoosluse liigiline koosseis võimaldab teha järeldusi põllumajandusliku tegevuse intensiivsuse kohta. Ainult ökoloogiliselt vähenõudlike liikide (*Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, *Lumbricus rubellus*) olemasolu koosluses viitab intensiivsele põllumajandusele või tugeva limiteeriva faktori (enamasti niiskustingimused) mõjule; ökoloogiliselt nõudlike liikide esinemine koosluses viitab väiksemale inim mõjule või soodsamatele elupaiga tingimustele (Ivask, Kuu, 2005).

Kolme mullatüübi andmete võrdlemisel ilmneb, et suurim vihmausside arvukus esines kahkjass mullas. Ka mikroobikooslus oli aktiivsem just kahkjass mullas (tabel 2). Samas on see mullatüüp vähem sobiv mullaelustikule, mullatüüpidele iseloomulike tunnuste põhjal võis eeldada väikseimat arvukust kahkjates muldades. Võimalik, et suure arvukuse põhjuseks on suurema mullaniiskuse mõju – kahkjad mullad on enam levinud Lõuna-Eestis, kus aastatel 2003 ja 2004 oli oluliselt rohkem sademeid kui Lääne- ja Põhja-Eestis; ebaühtlane sademete jaotus Eesti eri piirkondades põhjustas siin suurema vihmausside arvukuse (Keskkonnaülevaade, 2005). Kahkjate muldade vihmaussikoosluste ökoloogiline struktuur (suurim endogeiiliste usside osa ja väiksem ökoloogiliselt tundlike epigeiliste ja aneetsiliste vihmausside osa) viitab siiski mullatüübi kui elupaiga sobimatusel. Järeldust kinnitab ka dominantliigi suurem osa kahkjate muldade koosluses – arvukus on suurenenud ökoloogiliselt kõige tolerantsema liigi *Aporrectodea caliginosa* ning kõige vähenõudlikuma eluvormiga isendite arvel. Bioloogiliselt aktiivsemate rähkmuldadega proovipõllud paiknesid seevastu enamasti Lääne-Eestis, kus vaatlusaastatel oli sademete hulk väike ja esines muldade läbikuivamist, mis oluliselt kahjustas vihmaussikooslusi. Leostunud muldi peetakse üldiselt bioloogiliselt aktiivseteks, ka niiskusesisaldus oli neis suurem kui rähkmuldades ja see ilmselt ei limiteerinud vihmausside arvukust (tabel 3). Leostunud mullad eristusid teistest vihmaussiindiviidi väiksema keskmise kehamassi poolest, statistiliselt usaldusväärse ($P < 0,05$) erinevuse põhjuseks võiks olla suurem juveniilsete isendite arv koosluses, mis viitab soodsatele elupaiga tingimustele. Ka vihmaussikoosluse mitmekesisus oli suurim leostunud muldades. Ehkki erinevus mullatüüpide keskmiste näitajate vahel ei olnud statistiliselt usaldusväärne, viitab see vihmausside jaoks soodsate tingimustega elupaigale leostunud muldades.

Kokkuvõte

Vihmaussikoosluste analüüsiks valiti välja 24 põldu, valiku aluseks oli mullatüüp. Põllumullad jagunesid kolme gruppi mullatüübi alusel: rähkmullad, leostunud mullad, kahkjad mullad. 2003. ja 2004. aastal analüüsiti igas grupis 8 põllu vihmaussikooslusi. Põllumuldade vihmaussikoosluste keskmine arvukus oli rähkmuldades $47,94 \pm 11,25$ isendit m^{-2} -l, leostunud muldades $72,97 \pm 15,13$ isendit m^{-2} -l ja kahkjates muldades $107,11 \pm 22,4$ isendit m^{-2} -l. Põllukoosluses leidub kuni 6 erinevat liiki vihmausse, üldse esineb põllumuldades 7 liiki vihmausse; lisaks on leitud 3 liigi ilmselt juhuslikult põldudele sattunud üksikud isendid. Mullaniiskus mõjutab

vihmaussikoosluse arvukust enam kui mullatüüp, kuid muudab vähem koosluse liigilist ja ökoloogilist koosseisu. Mullatüüp mõjutab vihmaussikoosluse parameetreid. Rähkmullad on sobivaks elupaigaks, kuid ajutine läbikuivamine põuaajal vähendab vihmausside arvukust. Kahkjates muldades on sobivate niiskustingimuste puhul vihmaussikoosluste arvukus suur, kuid koosluses on enam esindatud ökoloogiliselt vähenõudlikud liigid ja endogeiinne eluvorm. Leostunud muldades on suurim koosluse mitmekesisus ja juveniilsete isendite osakaal, mis viitab soodsatele elutingimustele selles mullatüübis.

Tänuavaldus

Artikkel on valminud ETF grandil nr 5571 toetusel.

Kasutatud kirjandus

- Atlavinyte, O. 1990. The effect of earthworms on agrocenoses. – Mokslas, Vilnius, 177 pp (in Russian).
- Bährmann, R. (ed.). 1995. Bestimmung wirbelloser Tiere. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 362 S.
- Bouché, M. B. 1977. Strategies lombriciennes. – Soil organisms as components of ecosystem. Eds. U. Lohm, T. Persson. – Ecol. Bull, Stockholm, 25: 122–132.
- Curry, J. P., Byrne, D., Schmidt, O. 2002. Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. – Eur. J. Soil Biol. 38, p. 127–130.
- Doube, B. M., Schmidt, O. 1997. Can the abundance or Activity of soil Macrofauna be used to indicate the Biological health of soils? – Biological indicators of soil health. Eds. C. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta. CAB Publishing, Wallingford, p. 265–296.
- Edwards, C. A., Bohlen, P. J. 1996. Biology and Ecology of Earthworms. – London: Chapman & Hall, 426 pp.
- Graff, O. 1953. Regenwürmer Deutschlands. – Aus dem Institut für Humuswirtschaft der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode. Hannover: Verlag M. & H. Schaper, 81 S.
- Haynes, R. J., Tregurtha, R. 1999. Effects of increasing periods under intensive arable vegetable production on biological, chemical and physical indices of soil quality. – Biol. Fertil. Soils. 28, p. 259–266.
- Hendrix, P. F., Edwards, C. A. 2004. Earthworms in Agroecosystems: research approaches. – Earthworm Ecology. Ed. C. A. Edwards, 2nd edition, CRC Press, Boca Raton, London, New York, p. 287–295.
- Ivask, M., Kuu, A. 2005. Vihmaussikoosluste liigiline koosseis põllumuldades mahe- ja tavatootmise tingimustes. Agronoomia 2005. – Teadustööde kogumik 220, Tartu, lk 45–47.
- Keskkonnaülevaade 2005. – Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn, 130 lk.
- Kõlli, R., Ellermae, O. 2001. Soil as a basis of Estonian landscapes and their diversity. – IALE European Conference 2001. Development of European Landscapes. Conference Proceedings, vol. II. Eds. Ü. Mander, A. Printsman, H. Palang. Publ. Instituti Geographici Un. Tartuensis, 92. Tartu, p.445–448.
- Kõlli, R., Lemetti, I. 1999. Eesti muldade lühiisloomustus. I. Normaalsed mineraalmullad. – Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, 122 lk.
- Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, W., Roger, P., Ineson, P., Heal, O. W., Dhillion, S. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. – Eur. J. Soil. Biol. 33, p. 159–193.
- Lavelle, P., Spain, A. V. 2001. Soil Ecology. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 654 pp.
- Lee, K. E. 1985. Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use. Sidney, Orlando, L., Ac Press, 411 pp.
- Lee, K. E. 1991. The diversity of soil organisms. – The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture. Ed. D. L. Hawksworth, CAB International, Wallingford, p. 73–86.
- Marinissen, J. C. Y., de Ruiter, P. C. 1993. Contribution of earthworms to carbon and nitrogen cycling in agroecosystems. – Agriculture, Ecosystems and Environment, 47, p. 59–74.
- Mckay, A. D., Klavivko, E. J. 1985. Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. – Soil Biology Biochemistry, 17, 851–857.
- Meyer, E. 1996. Methods in soil zoology. – Methods in soil Biology. Eds. F. Schinner, R. Öhlinger, E. Kandeler, R. Margesin. Springer LAB Manual. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 313–382.
- Paoletti M. G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. – Agriculture. Ecosystems, Environment. 74, p. 37–155.
- Schnürer, J., Rosswall, T. 1982. Fluorescein hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. – Appl. Env. Microbiol., 43, p. 1256–1261.
- Timm, T. 1999. Eesti rõngusside (*Annelida*) määraja. A Guide to the Estonian *Annelida*. Looduseuriija käsiraamatud 1. – Eesti Loodusuuriijate Seltsi väljaanne. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu-Tallinn.