

# MULLAELUSTIKU NÄITAJATE RAKENDAMINE MAA KASUTUSEST TULENEVATE MÕJUDE HINDAMISEL

M. Ivask, J. Truu

Meie põllumajanduses viimastel aastatel toimunud muutused on viinud oluliste tagajärgedeni maade kasutuses: üha rohkem põllumaid jääb harimata. Põllumuldade elustik on eksisteerinud tugeva inimõju (mehaaniline, aga ka keemiline, hüdroloogiline jne.) tingimustes ja see on mõjutanud kooslusi negatiivselt (Edwards, Bohlen, 1996). Maakasutusviiside muutuste jälgimisel on oluline teada, kuidas uutes tingimustes talitlevad mullaelustikukooslused. Seni inimõju all kujunenud kooslused muutuvad oma struktuurilt ja talitluselt, mõjutades suuresti ka oma elukeskkonda, mis teeb võimalikuks mullaelustiku koosluste kasutamise indikaatorina mullatingimuste, aga ka maakasutusviisi mõju hindamisel (Hill, 1985). Me oleme analüüsinud mulla mikroobi- ja vihmaussikoosluste omadusi haritavate põldude ja looduslike rohumaade ning söötijäänud põldude mullas, eesmärgiga leida seosed maakasutusviisi ja mullaelustiku parameetrite vahel ning rakendada neid maa kasutusest tulenevate mõjude hindamisel.

## Materjal ja meetodika

**Uuringuteks sobiv aeg.** Nii kirjanduse (Nordström, Rundgren, 1973) kui meie kogemuste põhjal on sobivaimaks ajaks mullaelustiku koosluste uurimisel sügisperiood alates augusti keskpaigast (sõltuvalt mullaniiskuse suurenemisest ja mullatemperatuuri alanemisest) kuni maapinna külmumiseni, mil mullaelustiku arvukus ja aktiivsus on maksimaalsed ning koosluste stabiilsus suurim. 1996. aasta suve II pool ja sügise algus olid äärmiselt põuased, seetõttu saabus uuringuteks sobiv periood alles oktoobris. Põuaperiood avaldas mõju ka vihmaussikoosluste liigilisele koosseisule. Eestis seni leitud 12 vihmaussiliigist (Timm, 1970) esines proovides kokku 9 liiki, maksimaalne liikide arv proovialal oli 8 (kasutamata looduslikul rohumaal Kambjas, Tartumaal). Enamasti esines ühel proovialal 3...5 erinevat liiki. Aastale on iseloomulik suhteliselt suur vähenõudlike liikide (*Allolobophora caliginosa*, *Lumbricus rubellus*) arvukus, nõudlikumaid liike (*A. chlorotica*, *L. castaneus*) seevastu esines vähearvukalt või nad puudusid hoopis. Koosluste mitmekesisus oli võrreldes eelmiste aastatega väiksem. Teatud tingimustes oli vihmausside arv 1 m<sup>2</sup>-l ülisuur (sõnnikuga reostatud rohumaal Ontikal – 534 isendit 1 m<sup>2</sup>-l, 4 aastat söötis olnud põllul Õestes, Saaremaal – 318 isendit 1 m<sup>2</sup>-l). Kokku uuriti mullaelustikku 22 erineval alal. Esindatud olid erinevate mullatingimustega ning erineva maakasutusega alad.

**Uurimisalade iseloomustus.** 22 uurimisala hõlmavad väga erineva kasutusega maid 7 eri piirkonnas Jõgeva, Tartu, Valga, Ida-Viru, Lääne ja Saare Maakondades. Kasutusviisilt jagunevad alad järgmiselt.

1. Haritavad põllud (3 ala). Neist 2 teraviljapõldu on eelneva mitmeaastase perioodi jooksul tugevalt töödeldud kemikaalidega (Adavere, Jõgevamaa), 1 teraviljapõld on haritud kemikaale kasutamata (Karula, Valgamaa).
2. Söötijäänud põllud (6 ala). Vaadeldakse talude põlde, mis on kasutusest väljas olnud 4, 6 või 10 aastat (Saare, Jõgevamaa; Kambja, Tartumaa; Õeste, Saaremaa).
3. Looduslikud rohumaad, mida kasutatakse heinamaana (Saare, Jõgevamaa; Adavere, Jõgevamaa) või karjamaana (Õeste, Saaremaa; Ontika, Ida-Virumaa), kokku 5 ala.
4. Looduslikud rohumaad, mida ei kasutata inimese poolt (5 ala). Tegemist on kas põllumajanduslikuks kasutamiseks ebasobivate aladega (üleujutatavad lammirohumaad Matsalus, Läänemaal) või endiste taluheinamaadega, kus igasugune põllumajandustegevus on lõpetatud (Kambja, Tartumaa; Karula, Valgamaa).
5. Sõnnikureostusega rohumaad (3 ala). Alad valiti endiste või praegu tegutsevate suurfarmide sõnnikuhoidlate vahetus läheduses, jäätmaale iseloomuliku taimekooslusega – nõges, põldohakas, angervaks jne. (Matsalu, Läänemaal; Karula, Valgamaa; Ontika, Ida-Virumaa).

**Proovide kogumine ja analüüs.** Vihmausside kogumine toimus rahvusvaheliselt tunnustatud meetodika järgi (Satchell, 1969): igas uuritavas punktis kaevati 3...10 kaevet 50×50×40 cm (piki transekti, kaevete vahe 3 meetrit), kaevest võetud muld asetati kilele ja sorteeriti käsitsi. Leitud isendid loendati, pesti ja määrati liigini. Vihmausside üldarv ja arvukus liikide kaupa määrati ühe transekti kaevete keskmisena 1m<sup>2</sup> maapinna kohta.

Igas uuritavas punktis võeti 10 mullaproovi mullapuuriga (diameeter 2 cm) sügavuseni 15 cm. Mullaproovid segati ja saadi keskmine proov, millest määrati:

Mullalõimis. Uuritavad mullad olid valdavalt (17 alal) kerged ja keskmised liivsavimullad, üksikute aladel esines ka savi- või saviliivmuldi.

Mulla pH varieerus piirides 4,54...7,46. Madalaimad pH väärtused mõndeti looduslikel kasutamata rohumaadel Karulas ja Kambjas, samuti 6 aastat söötis olnud põllul Saarel. Kõrgeimad pH väärtused esinesid Saaremaal 10 aastat söötis olnud põldudel ja Matsalu üleujutatavates lammimuldades.

Mulla orgaanilise aine sisaldus varieerus piirides 1,69...12,44 %, olles madalaim haritavatel teraviljapõldudel ja mõnedel söötijäänud põldudel, kõrgem üleujutatavatel lammirohumaadel, jäätmaadel ja looduslikel rohumaadel.

Mulla kuivainesisaldus varieerus piirides 67,4...88,1 %.

Mulla mikroorganismide arvukus ja aktiivsus. Mulla mikroorganismide arvukus määrati väljakülvide meetodil agarsöötmele (R<sub>2</sub>A agar). Mulla mikroorganismide aktiivsus määrati fluorestsindiatsetaadi meetodil.

Mikroobikoosluse funktsionaalne mitmekesisus. Määrati 95 süsiniku substraadi kasutamise intensiivsus "Biolog" süsteemi mikroplaatidel (Biolog, 1993). Tulemuseks on kasutatud substraatide arv, struktuur ja aktiivsus.

Andmetöötlus. Andmeanalüüsis kasutati klasteranalüüsi (UPMGA, Chord'i kaugus – Ludwig, Reynolds, 1988) ja peakomponentide analüüsi kanoonilist varianti (RDA- Ter Braak, 1988).

## Tulemused ja arutelu

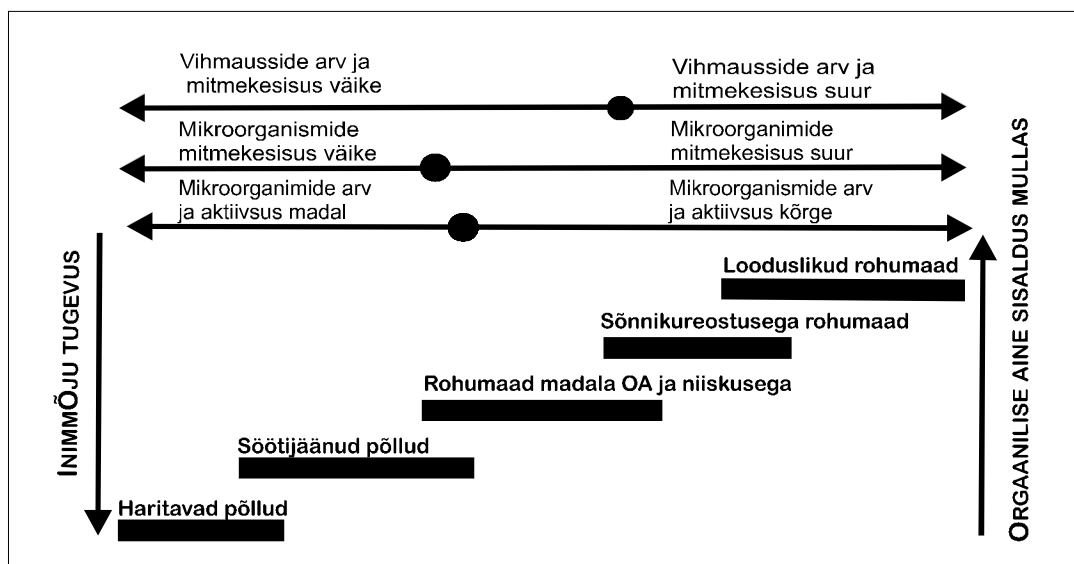
Mullaelustik sõltub olulisel määral mullatingimustest elupaigas: kirjanduse andmeil (Edwards, Bohlen, 1996) on vihmaussidele suurima mõjuga mullaniiskus, pH, mulla orgaanilise aine sisaldus, mullalõimis. Maakasutusviisi põhjal uuritavaid alasid rühmitades (haritavad põllud, söötijäänud põllud, looduslikud rohumaad) ei selgunud otsene seos ühegagi neist teguritest. Nii määrab mulla lõimise ja pH suuresti mulla tüüp; orgaanilise aine sisaldus mullas sõltub oluliselt lokaalsetest teguritest (sõnnikureostus, üleujutused jne.); mulla niiskusesisaldus sõltub põhjaveetasemest ja sademete hulgast eelneval perioodil. Maakasutusviisi on samuti mullaelustiku seisukohalt oluline tegur: enamik maaharimistööst lihtsustab koosluste struktuuri (väheneb liikide arv, pikaealised ja suure biomassiga liigid asenduvad lühiealiste ja väiksematega) ning vähendab, nende kasulikkude mõju keskkonnale (Hill, 1985).

Meie poolt uuritud alad eristuvad mullaelustiku parameetrite põhjal selgelt vastavalt nende põllumajandusliku kasutuse viisile ja intensiivsusele.

**Vihmaussikoosluste parameetrite alusel jagunevad uurimisalad järgmiselt.**

1. Tugeva limiteeriva teguri mõjuga alad. Iseloomulik on väike liikide arv (1...5), esindatud on põhiliselt inimõju hästi taluvad ja vähenõudlikud liigid (*Allolobophora caliginosa*, *A. rosea*, *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida*) ja väike mitmekesisus. Usside arvukus 1 m<sup>2</sup>-l on keskmiselt 84,8±16 (varieeruvus piirides 12...196). Sellesse gruppi kuulub 12 uurimisala, sh. 3 haritavat põldu, 3 söötijäänud põldu ja 6 rohumaad, mille hulgas leiame selgelt limiteeriva teguri mõjuga rohumaad: üleujutatavad lammirohumaad Matsalus Kasari luhal, põuaperioodil läbikuivavad õhukesed paepealsed või liivmullad. Ka maaharimine on oluline limiteeriv tegur vihmausside jaoks. Üleujutus, läbikuivamine, samuti maaharimine vähendavad eelkõige nõudlike liikide arvukust, suurem on ka noorte isendite suremus (Andersen, 1981), mistõttu muutub vihmaussikoosluse liigiline ja vanuseline struktuur.

2. Limiteeriva teguri mõjuta alad. Iseloomulik on suur liikide arv (4...8) ja suur mitmekesisus, esindatud on ka nõudlikumad ja väikesearvulised liigid (lisaks eespoolnimetatud vähenõudlikele liikidele ka *A. longa*, *L. castanea*, *L. terrestris*, *Octolasion lacteum* jt.), usside arvukus 1 m<sup>2</sup>-l on keskmiselt 231±42 (varieerub piirides 141...534). Sellesse gruppi kuulub 3 söötijäänud põldu (neist 2 kasutusest väljas 10 aastat) ning 7 rohumaad, mille hulgas on 3 tugevalt sõnnikuga reostatud.



**Joonis.** Seos maakasutusviisi, muldade elustiku parameetrite ja mullategurite vahel  
**Figure.** Relationships between the characteristics of soil biota and soil factors in differently managed soils

**Mikroobikoosluse struktuuri** põhjal eristub samuti 2 uurimisalade gruppi:

1. Põllud ja söötijäänud põllud on mikroobikoosluse struktuuri põhjal sarnased. Grupi moodustavad 9 uurimisala: 3 haritavat põldu, 4 söötijäänud põldu, 2 tugeva inimõjuga rohumaad; ühel juhul sõnnikureostus, teisel juhul väljakiilduva lämmastikurikka põhjaveehorisoni mõju mulla mikroobikooslusele.

2. Looduslikud rohumaad, kus maaharimise mõju on oluliselt väiksem. Gruppi kuulub 4 söötijäänud põldu, kus looduslik koosluse struktuur on mingil määral taastunud ja mulla orgaanilise aine sisaldus on küllalt kõrge, ning 9 rohumaad, sealhulgas väga kõrge mulla orgaanilise aine sisaldusega rohumaad (üleujutatavad alad, sõnnikureostus).

Mikroobikoosluse aktiivsuse jaotus sarnaneb üldiselt jagunemisele struktuuri põhjal: põldude ja söötijäänud muldade mikroobikoosluste aktiivsus on madal. Võrreldes looduslike rohumaadega on põldude (nii haritavate kui söötis olevate) muldade orgaanilise aine ja lämmastikisisaldus madal. Orgaanilise aine varu vähenemine maaharimisel ja selle ringlusest väljakandmine saagiga mõjutab negatiivselt mikroorganismide arvukust ja aktiivsust ning vihmausside arvukust ja mitmekesisust. Orgaaniliste väetiste suured kogused suurendavad mulla elustiku arvukust, kuid muudavad olulisel määral koosluste struktuuri. Põldude mikroobikoosluste aktiivsus on võrreldav sama näitajaga mõnede uuritud rohumaade muldades, neid muldi iseloomustab väike orgaanilise aine sisaldus mullas (1,69...3,54 %) ja suhteliselt madal mullaniiskus (11,9...16,6 %). Mikroobide aktiivsuse ja arvukuse põhjal võib nii põldude kui selliste rohumaade kooslused hinnata stressiseisundis olevaiks. Orgaanikarikaste muldadega rohumaadel on mulla mikroobikooslused kõrge aktiivsusega, samasse rühma paigutusid andmeanalüüsil ka sõnnikuga reostunud rohumaad, mille mullamikroobide koosluse struktuur oli tugeva inimõjuga.

## Kokkuvõte

Meie poolt analüüsitud mikroobi- ja vihmaussikooslused paiknevad väga erineva kasutusviisiga muldades alates haritavatest põldudest kuni inimõjuta looduslike rohumaadeni. Mulla elustiku parameetrid on heaks näitajaks, hindamaks mitmesuguste tegurite mõju muldadele, käsitledes sealjuures nii looduslike kui inimõjust tulenevaid tegureid.

Maaharimine, väetamine ja taimekaitsevahendid mõjutavad mulla elustiku struktuuri ja talitlust paljude aastate jooksul. Seetõttu ei erine söötijäänud põldude mulla elustik oma struktuurilt ja mitmekesisuselt väga palju haritavate põldude näitajatest. 10 aasta jooksul kasutamata põldude mulla elustiku koosluse parameetrid olid siiski muutunud looduslike muldade näitajate suunas. Joonisel on rühmitatud kooslused maakasutuse järgi, võttes aluseks nii mulla elustiku seisundi kui seda mõjutavad olulisemad keskkonnategurid: orgaanilise aine sisaldus mullas, mulla pH ja mulla niiskus.

Meie andmetest järeldub, et vihmaussikoosluste parameetrite varieeruvus on 25,8 % ulatuses tulenev maaharimisega seotud teguritest. 28,5 % koosluse varieeruvusest on seotud nende mullaparameetrite muutlikkusega, mis ei sõltu maaharimisest, ning 18,8 % varieeruvusest on kirjeldatav maaharimise ja mulla parameetrite koosmõjuga. Seega, kokku 44,6 % vihmaussikoosluste varieeruvusest on otseselt või kaudselt seotud maakasutusviisiga. Mulla mikroobikoosluse varieeruvus tuleneb 34% ulatuses maakasutusviisist.

## Kirjandus

- Andersen C. Nitrogen turnover by earthworms and related problems in animal manured plots. – Nord. Jordbrugsforsk, vol. 63, No 2, p. 363...364, 1981.
- Biolog Instructions for use of the Biolog GP and GN microplates. Biolog Inc., Hayward, California, 1993.
- Edwards C. A., Bohlen P. J. Biology and Ecology of Earthworms. 3<sup>rd</sup> edition. Chapman & Hall, London, 1996. – 426 p.
- Hill S. B. Soil fauna and agriculture: past findings and future priorities. – Quaest. Entomol., vol. 21, p. 637...644, 1985.
- Ludwig J. A., Reynolds J. F. Statistical ecology: A primer on methods and computing. Wiley Interscience, New York, 1988. – 345 p.
- Nordström S., Rundgren S. Associations of lumbricids in southern Sweden. – Pedobiologia, vol. 13, No. 6, p. 301...326, 1973.
- Satchell J. E. Methods of sampling earthworm populations. – Pedobiologia, vol. 9, No 1-2, p. 20...25, 1969.
- Ter Braak C. F. CANOCO: a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). – Scientia Publishing, 1988. – 95 p.
- Timm T. On the fauna of the Estonian *Oligochaeta*. – Pedobiologia, vol. 10, p. 52...78, 1970.

## Application of Soil Biota Characteristics to the Evaluation of Managed Soils

M. Ivask, J. Truu

### Summary

Soil microbial and earthworm communities were sampled at 22 plots with different types of agricultural management and the characteristics of soil biota were used for the evaluation of soils. The structure and diversity of soil biota of set-aside lands are similar to those of arable lands. Our results indicate that it will take at least ten years for the changes in soil biological parameters of set-aside fields to occur. According to our data, the characteristics of soil biota can be very useful tools of monitoring the changes in soils of managed lands.