

## VIHMAUSSIDE ARVUKUSE JA BIOMASSI DÜNAAMIKA KULTUURROHUMAA MULLAS

M. Ivask

Mullaökosüsteemi seisundi jälgimisel ja mullaviljakusega seotud probleemide käsitlemisel ei saa mööda minna mullaelustikust, eeskätt vihmaussidest, kes on olulised orgaanilise aine lagundajad mullas, olles ühtlasi tihedalt seotud ökosüsteemis toimivate protsessidega. Kirjanduse andmeil (Kreis *et al.*, 1987) moodustavad nad mullakeskkonna elustiku biomassist põhilise osa, koos mulla mikroobikooslusega kujundavad nad mullaviljakuse ning määravad oluliselt põllumulla saagikuse. Kirjanduses leidub andmeid mõnede põllukultuuride saagikuse suurenemise kohta vihmausside elutegevuse tagajärjel: rukis 15 %, oder 25 %, ristik 47 % (Atlavinyte *et al.*, 1981), karjamaarohi 70 % (Stockdill, 1966).

Vihmausslastel (*Lumbricidae*) on mulla ökosüsteemides, eriti agroökosüsteemides, keskne koht orgaanilise aine lagunemisprotsessides. Selle aluseks on terve rida vihmaussikoosluse omadusi (Kühle, 1983):

- 1) nad on mullafaunas esikohal biomassi, hingamise intensiivsuse ning mulla struktuuri parandamisvõime poolest;
- 2) nad moodustavad pedosfääris tohutu käigusüsteemi (4...9000 km käike 1 ha rohumaal mullas), mis on taimekoosluse elus väga oluline, eeskätt fütoproduktiooni kujunemisel;
- 3) orgaanilise aine (taimede jääused jm.) lagundamisel mullas on vihmaussidel määrav osa;
- 4) vihmausside osa toiduahelas on väga suur, kuigi suures osas tundmatu.

Vihmausside aeglaselt kulgev ainevahetus ja kehapiinna pidev kontakt mulla, mullavee ja selles lahustunud sooladega on aluseks põhilise elupaiga füüsikaliste ja keemiliste tegurite mõju integreerimisel ning teeb võimalikuks nende kasutamise bioindikaatoritena, eeskätt mikrokliimaatiliste ja toitumistingimuste muutuste jälgimisel (Kühle, 1983). Vihmaussikoosluse kahjustamine on otsese mõjuga mullaprotsesside kulgemise kiirusele ja tagajärgedele, samavõrra mõjutab see ka maapealse koosluse eksisteerimise tingimusi.

Eesti maismaafaunas on seni leitud 12 liiki vihmausse sugukonnast *Lumbricidae* (Timm, 1970). Meie haritavate muldade tavalisemaks liigiks on harilik mullauss *Allolobophora caliginosa*, selle liigi isendid moodustavad erinevates proovides 65...100 % vihmausside koguarvust. Eluviisilt kuulub see liik valdavalt haritaval maal elavate vihmausside hulka, kes õnnestuvad sügavad vertikaalkäigud, kus nad inaktiivses olekus elavad üle ebasoodsa perioodi (4 liiki), erinevalt ülejäänud liikidest, kes kogu elu veedavad mulla ülemises kihis (Timm, 1970).

### Uurimistöö metoodika

Vihmausside arvukuse ja biomassi sesoonse dünaamika uurimused viidi läbi aastatel 1990...1992 Põlva Majanditevahelise Seakombinaadi väduvihmutusobjektidel ning selle lähedal asuval kontrollpõllul. Nimetatud objekt valmis 1988. aasta suvel, sama aasta augustikuus alustati vihmutusega. Selleks kasutati läga separeerimisel saadud vedelat fraktsiooni – vädu – , mis koguti kahte pinnasest kujundatud, kahekordse killega vooderdatud tiiki. Vihmutamiseks kasutati vegetatsioonivälisel perioodil kogutud vädu, samal ajal teist tiiki täideti. Vihmutusega rohumaale antavad toitainete kogused olid aastati erinevad (tabel). Katsepõldu ja läheduses asuvat kontrollpõldu iseloomustab leetunud saviliivlõimisega muld. Kultuurrohumaal olid valdavateks liikideks harilik kerahein (*Dactylis glomerata* L.), harilik aruhein (*Festuca pratensis* Huds.) ja põldtimut (*Phleum pratense* L.). 8 korda vegetatsiooniperioodil (aprillist septembrini) kaevati mõlemal põllul 6...10 kaevet. Vihmausside arvukuse ja biomassi seost mõnede mullaparametritega uuriti lisaks Põlva MSK objektile ka 14 põllul Kehtna ja Väike-Maarja piirkonnas maksimaalse arvukuse perioodil, s.o. septembrikuus.

Tabel. Väiduga põllule antud väetusainete kogused Põlva MSK vihmutusobjektidel 1989...1991. a. / Amounts of nutrients applied with pig slurry on the field of Põlva MSK on the years 1989...1991

Aasta Year	Orgaanilist ainet kg/ha Organic matter kg per ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
1989. aastal kokku Total of 1989	1400	480	60	250
sh. veg.-perioodil include veg. period	1400	480	60	250
1990. aastal kokku Total of 1990	725	330	25	203
sh. veg.-perioodil include veg. period	330	188	17	109
1991. aastal kokku Total of 1991	280	130	21	77
sh. veg.-perioodil include veg. period	280	130	21	77

Vihmausside arvukus ja biomass määrati rahvusvaheliselt tunnustatud meetodika abil (Satchell, 1967; Reynolds, 1972). Igal uuritava põllul tehti 5...10 kaevet suurusega 50 × 50 × 40 cm, kaevest võetud muld asetati kilele ja sorteeriti käsitsi, kaevest leitud ussid loendati. Biomassi määramiseks ussid pesti ja peale 48-tunnist näljutamist surmati 70° alkoholis, kuivatati 24 tunni jooksul 105 °C juures ja kaaluti. Arvukus ja biomass arvutati ühe põllu kaevete keskmisena 1 m<sup>2</sup> maapinna kohta.

Samade kaevete mullast määrati järgmised näitajad: mulla niiskusesisaldus, veevaru mullas 0...40 cm paksuses kihis, eripind, lasuvustihedus, peenese ja korese %, huumuse-sisaldus, orgaanilise aine sisaldus, mulla pH, liikuva S sisaldus, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-, K<sup>+</sup>-, Na<sup>+</sup>-ioonide sisaldused. Sammsammulise regressiooni meetodil analüüsiti kõigi nende näitajate seost vihmausside arvukuse ja biomassiga. 4 põllul (20 kaeves) määrati binokulaari MFC-10 abil vihmaussi liik, kasutades dr. T. Timmi koostatud "Eesti vihmausside määramistabelit".

### Mullatingimuste mõju vihmausside arvukusele ja biomassile

Muldkeskkond on konservatiivne, selle mõju mullaloomadele on tugev ning avaldub mulla füüsikaliste ja keemiliste omaduste, taimekoosluste (eriti varise) ning mikrobioloogiliste muutuste kaudu (Atlavinyte *et al.*, 1981; Dunger, 1982). Mullafauna mõju mullale ei ole otsene, vaid eelkõige regulatiivne: mikroobide ja kõrgemate taimede elu- ja toitumistingimuste parandamine, mikroobide paljunemise valikuline soodustamine ja transport, aeratsioon, dreenaž ja mulla segamine, kahjurite bioloogiline kontroll (Hill, 1985). Vihmausside elutegevuse tagajärjel suurenevad taimejäänuste mulda sisenemise kiirus, orgaanilise lämmastiku mineraliseerumise ja nitrifikatsiooni kiirus (Syers *et al.*, 1979). Vihmaussiliigid mõjutavad mulda erinevalt, kuid osalevad kõik orgaaniliste ja anorgaaniliste komponentide lagundamises ja segamises (Edwards, 1985).

Me uurisime vihmausside arvukuse ja biomassi seoseid terve rea mullaparaametretega ning enamik neist (mulla niiskuse näitajad, lasuvustihedus, eripind, mulla mehaaniline koostis, huumuse-, orgaanilise aine ja ionide sisaldus) ei olnud korrelatiivses seoses meie poolt määratud vihmaussikoosluse näitajatega. Kirjanduse andmeil (Satchell, 1967; Reynolds, 1972; Nordström, Rundgren, 1974; Atlavinyte, 1975; Dunger, 1982) on leitud vihmaussikoosluste paraametrete sõltuvus enamikust keskkonnaparaametritest. Tõenäoliselt omab suurem osa neist tegureist olulist mõju vihmaussidele, kuid mitmete tegurite

integreeritud mõju on statistiliselt raske kindlaks teha. Seejuures tuleb arvestada, et erinevate vihmaussiliikide ökoloogiline nõudlus tegurite suhtes on erinev, mistõttu üldine arvukus ja biomass pinnaühikul ei pruugi korreleeruda mullaparameetritega. Statistiliselt usaldusväärne seos ilmnes mulla eripinna indeksi ( $I_{s\ 0...30}$ ) ja vihmausside biomassi ( $1\text{ m}^2\text{-l}$ ) vahel, mis olid seotud vastavalt võrrandile

$$y = e^{-10,4} \times e^{2,28x} \quad r = 0,72; P = 99,9 \%$$

kus  $y$  – logaritmi vihmausside biomassist;

$x$  – eripinna indeks.

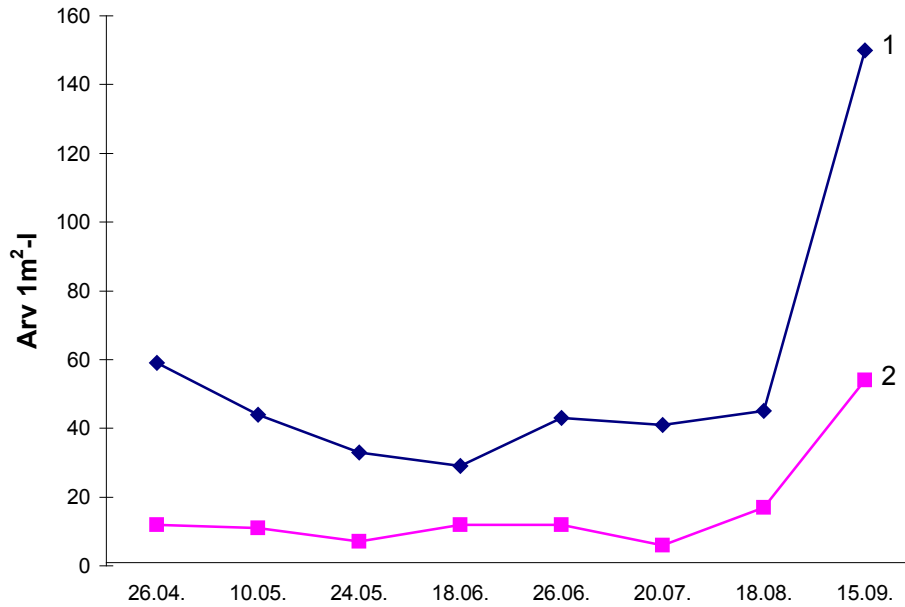
Mulla eripinna indeks on teatud mullakihi kõigi osakeste välispinna summa suhe mulla pinnasse, mis sisuliselt väljendab taimedele omastatava vee mahutavussuurust ja aeratsioonitingimusi (Kitse, 1977). Väiksema eripinnaindeksiga mullad on põuakartlikud, suuremaga aga halvasti õhustatud. Eesti tingimustes loetakse taimekasvuks optimaalseteks muldi, mille eripinnaindeksi suurus on  $(4,0...5,0) \times 10^7$ , meie poolt uuritud muldade eripinnaindeks oli  $(4,62...5,67) \times 10^7$ . Vihmausside biomassi ja mulla eripinna indeksi omavaheline seos viitab asjaolule, et muldades, millel on suur veemahutavus ja väike põuakartlikkus, on ka vihmausside mass pinnaühiku kohta suurim. Olulisteks teguriteks on seejuures nii vihmausside suurem arvukus kui ka isendi keskmiselt suurem kehamass suurema eripinnaindeksiga muldades, kuna soodsates tingimustes suureneb suguküpsete (seega suurema kehamassiga) isendite osatähtsus koosluses, mullakihis 0...40 cm. Kinnitub ka kirjandusest teadaolev fakt, et vihmaussid ei ela heameelega kergetes liivmuldades, kus nende vertikaalkäigud sisse varisevad (Jõgi, Põldoja, 1990).

### Vihmausside arvukuse ja biomassi sesoonsed muutused

Vihmausside arvukuse sesoonsed muutused on seotud nende elus kõige olulisema kohastumisega – kohastumisega kuivamise vältimiseks (Satchell, 1967). Varasemate uurijate andmeil (Satchell, 1967; Edwards, 1985) määrab vihmausside arvukuse mingil alal orgaanilise aine varu mullas, kuid sesoonse aktiivsuse määravaks teguriks on mullatemperatuur, mis oluliselt mõjutab indiviidi metaboolset ja motoorset aktiivsust.

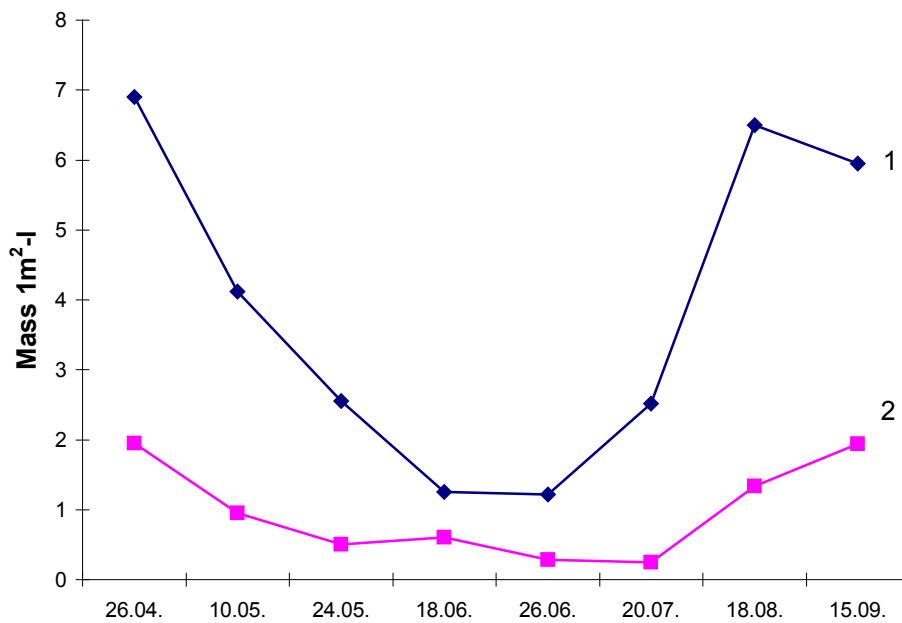
Meie põllumuldade dominantliik elab põhiliselt mullakihis 0...10 cm temperatuuril 2...20 °C (Rundgren, 1975). Temperatuuri väljumisel sellest vahemikust, samuti seoses mullaniiskuse olulise vähenemisega põua ajal liiguvad ussid sügavamatesse mullakihtidesse. Üldiselt on liikuvad täiskasvanud isendid, kes suudavad teha sügavamaid käike, mittesuguküpsete isendite vertikaalse leviku määravad ära nende kookonist väljumise sügavus, toidutagavara mullas ning nõrk mullakihtidest läbitungimisvõime. Kirjanduses leidub andmeid (Rundgren, 1975) seose kohta hariliku mullaussi isendite vertikaalse paiknemise ja väikese mullaniiskuse ning kõrge mullatemperatuuri vahel suvel Lõuna-Rootsis.

Meie andmeil väheneb suveperioodil oluliselt nii vihmausside arvukus (joon. 1), biomass  $1\text{ m}^2\text{-l}$  (joon. 2) kui ka isendi keskmine kehamass (joon. 3). Südasuvel (juuni, juuli) on ülemises mullakihis vihmausse minimaalselt, ka ühe vihmaussi keskmine kehamass on vaatlusperioodi alguses kõrge ja väga väike kesksuvel. Selle põhjuseks on asjaolu, et ebasoodsate tingimuste saabumisel liikusid suurema kehamassiga täiskasvanud isendid valdavalt sügavamatesse mullakihtidesse. Ülemises mullakihis (0...40 cm) paiknevad isendid olid nooremad ja väiksemad, kelle läbitungimisvõime on nõrgem ning kes ebasoodsa perioodi elavad üle inaktiivses seisundis. Suve lõpul langeb mullatemperatuur ja tõuseb mullaniiskus; sügavamatesse kihtidesse varjunud isendid tõusevad uuesti ülemisse mullakihti, kus aeratsiooni- ja toitumistingimused on neile soodsamad.



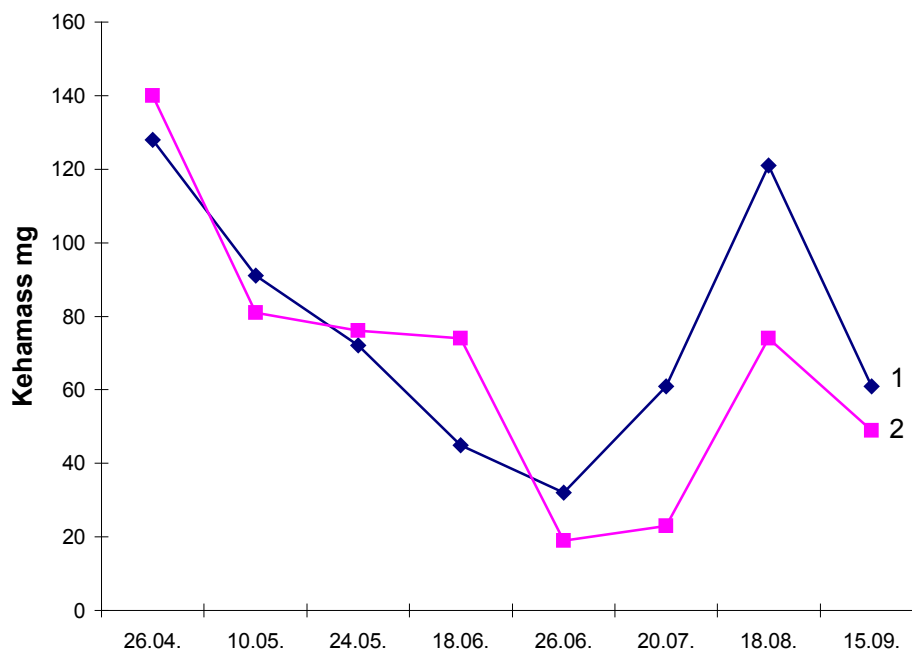
**Joonis 1.** Vihmausside arvukuse sesoonne dünaamika vihmutus- (1) ja kontrollpõllul (2)

**Figure 1.** Seasonal dynamics of the number of the earthworms on the treated (1) and control area (2)



**Joonis 2.** Vihmausside biomassi sesoonne dünaamika vihmutus- (1) ja kontrollpõllul (2)

**Figure 2.** Seasonal dynamics of the biomass of the earthworms on the treated (1) and control area (2)



**Joonis 3.** Vihmaussi isendi keskmise kehamassi (mg) sesoonne dünaamika vihmutus- (1) ja kontrollpõllul (2)

**Figure 3.** Mean body weight of the individuals of earthworms on the treated (1) and control area (2)

### Väduvihmutuse mõju vihmausside arvukusele ja biomassile

Vihmaussikoosluse arvukus ja biomass, samuti liigiline koosseis sõltuvad inimmõju tugevusest. Põllumajanduslikud tööd maaharimisel enamasti lihtsustavad mullafaunakooslusi, väetamine orgaaniliste väetistega aga suurendab liikide ja isendite arvu (Hill, 1985). Väduvihmutuse mõju vihmaussidele on väga tugev, orgaanilise aine lisamisest saadavale positiivsele efektile lisandub täiendava niiskuskoguse mõju. Kogu vaatlusperioodi jooksul on nii vihmausside arvukus kui biomass vihmutuspõllul suuremad kui kontrollpõllul (joon. 1 ja 2). Arvukus on väduvihmutuse mõjul vaatlusperioodi keskmisena 3,6 korda suurem (üksikutel vaatluspäevadel 2,3...4,0 korda) kui kontrollalal. Biomass on vaatlusperioodi keskmisena suurem 4,7 korda (üksikutel vaatluspäevadel 1,9...5,7 korda). Isendi keskmine kehamass kahel põllul statistiliselt oluliselt ei erinenud (joon. 3). Vihmutamine juuni lõpus põhjustas usside arvukuse mõningase tõusu ja mõjutas vähe vihmausside biomassi ning isendi keskmist kehamassi.

Väetamise, eriti sõnnikuga väetamise positiivset efekti vihmausside arvukusele tõestavad mitmed vihmaussiuurijad (Nordström, Rundgren, 1973; Andersen, 1981; Hill, 1985; Parmelee, Crossley, 1988; Hamilton, Dindal, 1989), kujuures vedelsõnniku mõju vihmaussidele loetakse tugevamaks kui tahke sõnniku mõju. Leidub andmeid ka vedelsõnniku negatiivse mõju kohta (Andersen, 1981) ning statistiliselt usaldusväärse erinevuse puudumise kohta (Jõgi, 1988). Meie uurimuses leitud positiivne efekt seostub toiduvaru ning mullaniiskuse olulise suurenemisega väduvihmutuse puhul.

## Kokkuvõte

Vihmaussid on olulised orgaanilise aine lagundajad mullas ja nad on tihedalt seotud kogu ökosüsteemis toimivate protsessidega. Koos mulla mikroobikooslusega kujundavad nad suures osas mullaviljakuse ja mõjutavad põllumulla saagikust. Vihmaussikooslust iseloomustavad näitajad on informatiivsed kogu muldkeskkonna kirjeldamisel.

Mullafaunat mõjutavad paljud muldkeskkonna tegurid. Me oleme leidnud statistiliselt usaldusväärse seose mulla eripinna indeksi ja vihmaussikoosluse biomassi vahel. Suurema eripinnaindeksiga muldades on ka vihmausside biomass 1 m<sup>2</sup>-l suurem. Vegetatsiooniperioodi jooksul esineb vihmausside arvukuse ja biomassi suur sesoonne varieeruvus: südasuvel on ülemises 40-cm mullakihi usse minimaalselt, arvukuse maksimum on septembris. Väduvihmutus suurendas mitmekordselt isendite arvukust ja biomassi 1 m<sup>2</sup>-l.

Huvi vihmausside uurimise vastu on tõusnud kogu maailmas. Neid käsitletakse eeskätt seoses mullaviljakuse probleemidega, kuid arvestades nende võimet akumuloida oma kehas mitmesuguseid kahjulikke ühendeid, kasutatakse vihmausse ka agrokemikaalide toksikoloogilistes testides. Meie esialgsete uurimistulemuste põhjal võib arvata, et nii põllumajandusele kui ka keskkonnakaitsele oleks oluline saada enam teavet ka Eesti vihmaussikoosluste kohta.

## Kirjandus

- Andersen, C. Nitrogen turnover by earthworms and related problems in animal manured plots. – Nord. jordbrugsforsk., vol. 63, No. 2, p. 363...364, 1981.
- Atlavinyte: Атлавините О. П. Экология дождевых червей и их влияние на плодородие почвы в Литовской ССР. - Вильнюс, Мокслас, 1975.
- Atlavinyte et al: Атлавините О. П., Станиславичиуте И. С., Шюляускене Н. И. Влияние дождевых червей на агрохимические свойства, микрофлору и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы. - Тр. АН Лит. ССР, 1981, С. № 3/75, с. 75...82.
- Dunger, W. Die Tiere des Bodens als Leitformen für anthropogene Umweltänderungen. – Decheniana – Beihefte (Bonn), vol. 26, S. 151...157, 1982.
- Edwards, C. A. Earthworms in soil formation, structure and fertility. – Quest. Entomol., vol. 21, p. 517...522, 1985.
- Hamilton, W. E., Dindal, D. L. Impact of landspread sewage sludge and earthworm introduction on established earthworms and soil structure. – Biol. Fertil. Soils, vol. 8, p. 160...165, 1989.
- Hill, S. B. Soil fauna and agriculture: past findings and future priorities. – Quest. Entomol., vol. 21, p. 637...644, 1985.
- Jõgi, Ü. Mitmesuguste lämmastikväetiste mõju vihmausside arvukusele kamarkarbonaatmullas. – Maaviljelus, nr. 20, lk. 24...26, 1988.
- Jõgi, Ü. Põldoja, A. Vihmausside arvukus mõningates põllu- ja metsamuldades. – Maaviljelus, nr. 2, lk. 46...53, 1990.
- Kitse, E. Mulla eripinna indeks ( $I_{s0...75}$ ) saagi prognoosimisel. – Aktuaalset põllumajanduses. – Tln.: Valgus, lk. 57...61, 1977.
- Kreis, B., Edwards, P., Crundet, G., Tarradella, J. The dynamics of RCBs between earthworm populations and agricultural soils. – Pedobiologia, vol. 30, p. 379...388, 1987.
- Kühle, J. C. Ecotoxicological model studies to test the suitability of earthworms as bioindicators. – Verh. Dtsch. Zool. Ges., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, S. 147...151, 1983.
- Nordström, S., Rundgren, S. Associations of lumbricids in southern Sweden. – Pedobiologia, vol. 13, p. 301...326, 1973.
- Nordström, S., Rundgren, S. Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. – Pedobiologia, vol. 14, p. 1...27, 1974.
- Parmelee, R. W., Crossley, D. A. Earthworm production and role in the nitrogen cycle of a no-tillage agrosystem on the Georgia Piedmont. – Pedobiologia, vol. 32, No. 5/6, p. 355...363, 1988.
- Reynolds, J. The relationship of earthworm (*Oligochaeta: Acanthodrilidae* and *Lumbricidae*) distribution and biomass in six heterogeneous woodlot sites in tippecance country Indiana. – J. Tenn. Ac. Sci., vol. 47, No. 2, p. 63...67, 1972.
- Rundgren, S. Vertical distribution of lumbricids in southern Sweden. – Oikos, vol. 26, p. 299...306, 1975.
- Satchell, J. E. Methods of sampling earthworm populations. – Pedobiologia, vol. 9, No. 1...2, p. 20...25, 1967.

- Stockdill, S. M. J. The effect of earthworms on pastures. – Proc. N. Z. Ecol., Soc., vol. 13, p. 68...75, 1966.
- Syers, J. K., Sharpley, A. N., Keeney, D. R. Cycling of nitrogen by surface-casting earthworms in a pasture ecosystem. – Soil. Biol. Biochem., vol. 11, p. 181...185, 1979.
- Timm, T. On the fauna of the Estonian Oligochaeta. – Pedobiologia, vol. 10, p. 52...78, 1970.

## **DYNAMICS OF THE NUMBER AND BIOMASS OF THE EARTHWORMS IN CULTIVATED GRASSLAND SOILS**

M. Ivask

Summary

The earthworms are the essential decomposers of the plant litter in soil. They are strongly connected with the processes taking place in ecosystems. Together the earthworms and the soil microorganisms form the level of the soil fertility and have an effect on the yield capacity of the fields. The characters of the earthworms' community are very informative by the description of soil medium. The soil fauna is affected by numerous factors. We are found the dependence of the earthworms' biomass upon the special area index of the soil. During the vegetation period, the seasonal variation of the number and biomass of earthworms in the upper soil layer was established. The largest number of the earthworms was found in September, in the middle summer it was very small. The number and the biomass of the earthworms increased as a result of the land application of the pig slurry fugate on the grassland.

The earthworms have an effect on the decomposition of the organic rests in upper layer of the soil. The characteristic features of their communities have an essential importance in bioindication. Unfortunately, very little attention has been payed on studying the earthworms' communities in Estonia.

## **ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПОЧВЕ СЕЯНЫХ ЛУГОВ**

М. Иваск

Резюме

Дождевые черви являются существенными разлагателями растительных остатков в почве. Они тесно связаны с процессами, которые происходят в биосистеме. Дождевые черви вместе с микроорганизмами влияют на плодородные свойства почв. Некоторые свойства сообществ дождевых червей довольно чётко характеризуют почвенные условия, поскольку факторы почвенной среды влияют на почвенную фауну. Нами установлена статистически достоверная связь между биомассой дождевых червей на 1 м<sup>2</sup> и индексом удельной поверхности. Наблюдается сезонная динамика: летом в верхнем слое почвы (0...40 см) число и биомасса червей минимальные, а максимальные число и биомасса в сентябре. Дождевание с жидкой фракцией свиного навоза увеличивало число и биомассу дождевых червей на 1 м<sup>2</sup> в несколько раз.

Высокий интерес к изучению дождевых червей во всём мире связан в основном с проблемами плодородия почв, но и с токсикологическим тестированием агрохимикатов. Дождевые черви наших почв изучены слабо.