



## Muldade bioloogiline mitmekesisus otsekülviga põldudel: Vihmauslaste (Lumbricidae) ja hooghännaliste (*Collembola*) arvukus ja liigiline koosseis mullas

**Töö teostajad:** Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Kolledž (Mari Ivask, Annely Kuu), Põllumajandusuuringute Keskus, kontaktisik: Tiina Köster e-mail: [tiina.koster@pmk.agri.ee](mailto:tiina.koster@pmk.agri.ee) Tartu, 2011

Uurimistöö eesmärgiks oli 4 otsekülvi ja 1 samas piirkonnas võrdluseks valitud tavamullaharimist kasutaval põllul kogutud mullaelustiku proovide analüüsi põhjal hinnata otsekülvi tehnoloogia mõju muldade bioloogilisele elurikkusele (kasutades indikaatoritena nii hooghännalisi kui vihmausse), lisaks analüüsida muude keskkonnatingimuste, eeskätt mullaomaduste mõju mulla bioloogilisele seisundile. Lisaks võeti hooghännaliste uurimiseks valikusse veel üks riiklikus mullaseires olev põld (Tartumaal).

### Metoodika

Uurimisalade valikul oli peamisteks kriteeriumiteks erinevate piirkondade ja põldude võrdlus ning pedokliimaatiliste tingimuste sarnasus erinevate harimisviisidega aladel. Alad asuvad kahkjäl ehk näivleetunud parasniiskel või väheste gleistumistunnustega mullal (Põlvamaal) ja leostunud mullal (esines ka gleistunud leostunud mulda ja leetjat mulda) Viljandimaal ning leetjal mullal Tartumaal (Tabel 1).

Tabel 1. Proovialade iseloomustus

Piirkond	Prooviala nimetus	Iseloomustus	Mullatüüp	Lõimis	Proovivõtu aeg
Viljandimaa	Viljandi_künd	Tavamullaharimine (nisu)	Kor, Ko	Is <sub>1</sub>	09.09.2011
Viljandimaa	Viljandi 1	Otsekülv (nisu)	Kog	Is <sub>1</sub>	09.09.2011
Viljandimaa	Viljandi 3	Otsekülv (nisu)	Ko, Kl	Is <sub>1</sub>	09.09.2011
Põlvamaa	Põlva 1	Otsekülv (hernes)	LP(g)	sl	08.09.2011
Põlvamaa	Põlva 2	Otsekülv (nisu)	LP	sl	08.09.2011
Tartumaa Rõhu	Talu 6	Tavamullaharimine (suviraps)	Kl	Is <sub>1</sub>	08.09.2011

Uurimisaladel määrati vihmausside ja hooghännaliste arvukust ja liigilist koosseisu ning mikroobikoosluse biomassi ja aktiivsust (määrati TTÜ Tartu Kolledži laboris). Vihmaussid koguti igalt uurimisala 3 proovilapilt, mille pinda töödeldi vermifuugiga (15%-line sinepipulbri lahus). Leitud isendid loendati, pesti ja pärast 48 tunni jooksul hoidmist külmkapis (väljutavad sooltorus oleva mulla) kaaluti ning määrati liigini. Arvukus arvutati ühe transekti proovilappide keskmisena 1m<sup>2</sup> maapinna kohta, samuti arvutati erinevate eluvormide (epi-, endogeilised, aneetsilised) ning dominantliigi (harilik mullauss *Aporrectodea caliginosa*) osatähtsus koosluses. Rõhu uurimisalal Tartumaal vihmausse ei uuritud.

Hooghännaliste proovid võeti iga prooviala keskelt 100 m transektina, proovide vahekaugus oli 10 m. Mullaproovid võeti kahelt sügavuselt: 0-5 cm ja 5-10 cm mullapuoriga (Ø 5 cm), mõlemalt sügavuselt kokku 10 proovi. Proovide ekstraheerimisel kasutati Tullgreni letrit. Mullaproovid pandi valgustuse alla metallisõela peale ning hooghännalised koguti proovipudelis, mis oli täidetud etanooliga. Mullaproove hoiti valgustuse all 48 h.

Mulla koondproovist (võetud 0-10 cm sügavuselt) määrati mikroobide biomass substraadi poolt indutseeritud hingamise (SIR) meetodil ja mikroobikoosluse üldine aktiivsus hingamisaktiivsuse alusel.



### Tulemused

Käesolevas uuringus on kasutatud bioindikaatoritena makrofauna (vihmaussid), mesofauna (hooghännalised) ja mikrofloora (mulla mikroobikooslus) parameetreid hindamaks otsekülvi mõju mullaelustikule. Nimetatud indikaatorite kasutamise aluseks on nende otsene seos kogu mulla bioloogilise mitmekesisusega; nad on väga olulised organismid mulla orgaanilise aine lagunemisprotsessis, samas on nad väga tundlikud maakasutuse mõjude suhtes.

Otsekülvipõldudel puudub sügava mullaharimise negatiivne mõju, liikide arvukused sõltuvad eelkõige looduslikest teguritest, millest vihmaussidele olulisemaks peetakse mullalõimist, samuti mulla pH ja niiskusesisaldust. Peale nimetatud tegurite sõltub vihmausside arvukus mullas veel põllumajanduslikust maakasutusest, samuti mullatüübist ja orgaanilise aine sisaldusest. Tavaliselt hinnatakse, kui palju vihmausse leidub 1 m<sup>2</sup> suuruse ala mullas. Vihmausside arvukus haritavates muldades jääb tavaliselt vahemikku 50-200 isendit/m<sup>2</sup>. Eesti põldude muldadest on leitud isegi kuni üle 600 isendi m<sup>2</sup>, mõnel ebasobiva mullaga põllul põuasel aastal vihmaussid puuduvad üldse. Antud projekti raames leitud arvukused varieeruvad piirides 112-241 isendit/m<sup>2</sup> (tabel 2).

Tabel 2. 2011. aasta vihmaussikoosluste keskmised arvukused (N, isendit m<sup>-2</sup>), biomass (M, g), liikide arv (S) ja koosluse struktuuri iseloomustavad näitajad (%). EPI= epigeilised, ENDO= endogeilised, AN= aneetsilised, DOM= dominantliigi osatähtsus

PÕLD	N	M	S	EPI	ENDO	AN	DOM
Viljandi_künd	112	32	4	7,2	84,5	8,3	78,6
Viljandi 1	182	102	6	9,5	63,5	27,0	56,9
Viljandi 3	241	144	5	2,2	66,9	30,9	64,6
Põlva 1	124	37	5	5,4	88,1	6,5	80,6
Põlva 2	133	40	6	15,0	82,0	3,0	78,0

Dominantliigi osatähtsuse põhjal saab teha järeldusi põllumulla tingimusi mõjutavate negatiivsete tegurite kohta. Valitud otsekülvipõldudest Viljandi 1 ja Viljandi 3 vihmausside arvukused olid kõrged ning dominantliigi osa koosluses suhteliselt madal (alla 70%), mis viitab vihmausside jaoks sobivatele tingimustele neil põldudel. Ülejäänud põldudel olid arvukused oluliselt madalamad ja dominantliigi osa koosluses tunduvalt kõrgem, mis näitab ebasoodsamate tingimuste olemasolu vihmaussikooslustele.

Vihmaussiliikide esinemise ja nende suhtelise arvukuse põhjal on samuti võimalik teha järeldusi põllumajandustegevuse kohta. Mõned liigid (*Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*) on hästi kohastunud põllumajandustegevusest tulenevate häiringutega, samas on liike, mis kunagi ei esine põllumajanduslikus mullas. Ühel põllul võib koosluses leida tavaliselt 1...4, soodsate mullatingimuste ja madala intensiivsusega inimtegevuse (looduslähedase majandamise) juures ka rohkem liike. Otsekülvipõldudel leidsime 5 kuni 6 liiki, mis on suurem kui regulaarselt küntavatel põldudel (tavaliselt 3-4 liiki, meie võrdluspõllul Viljandi\_künd esines 4 liiki) (tabel 3). Mõned otsekülvipõldude mullas leitud liikidest ei ole tavalised küntavates muldades. Tume vihmauss (LCAS) oli esindatud nii Viljandi kui Põlvamaa otsekülvipõldudel, kaheksakant-kõduuss (DOCT) leiti Põlva\_2 uurimisalalt. samuti oli suure mullaussi (ALON) esinemissagedus oluliselt suurem kui tavapõldude muldades.

Tabel 3. Vihmaussiliikide arvukused (proovilappide keskmised, isendite arv m<sup>-2</sup> kohta) 2011. aastal. ACAL= *Aporrectodea caliginosa*, AROS= *Aporrectodea rosea*, ALON= *Aporrectodea longa*, LRUB= *Lumbricus rubellus*, LTER= *Lumbricus terrestris*, LCAS= *Lumbricus castaneus*, DOCT= *Dendrobaena octaedra*

PÕLD	ACAL	AROS	ALON	ACHL	LRUB	LTER	LCAS	DOCT
Viljandi_künd	88	7	9	0	8	0	0	0



## EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

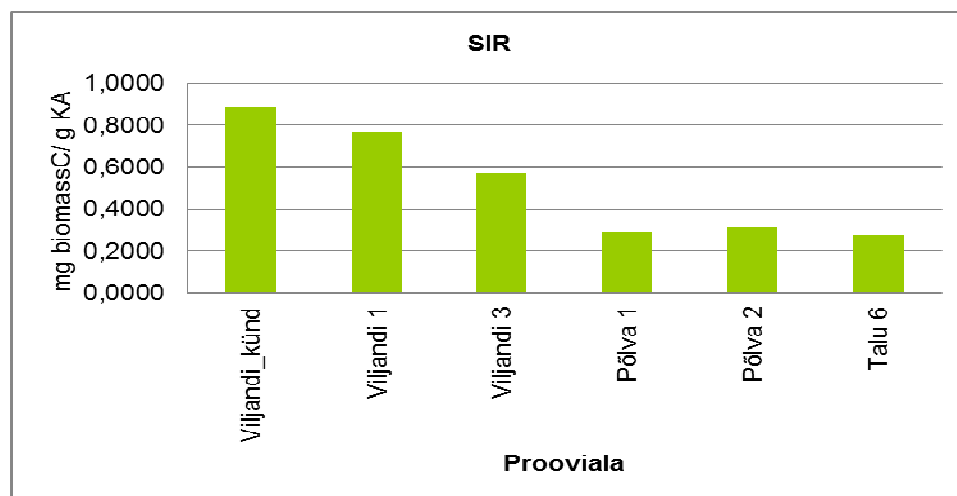
Viljandi 1	104	12	33	0	12	16	5	0
Viljandi 3	156	5	62	0	5	12	0	0
Põlva 1	100	4	0	5	0	8	6	0
Põlva 2	104	0	0	5	8	4	10	1

Kirjanduse andmetel suurenevad otsekülvi rakendamise järel nii vihmausside arvukus kui ka aktiivsus (Soane *et al*, 2011), seejuures on täheldatud aneetsilise eluvormi (süü kuuluvad põllumajandustegevuse suhtes tundlikud liigid kuna nad elavad sügaval urgudes ja käivad mullapinnal toitumas – nende elutingimusi mõjutab nii toidu kvaliteet kui ka kündmine, mis lõhub nende urud) osa suurenemist kuni 3,75 korda (Pelosi *et al*, 2009). Otsekülvipõldude omavahelisel võrdlusel on olulised ilmselt looduslikud tegurid, eeskätt mullalõimimine. Kirjanduse andmeil (Joschko *et al*, 2009) on otsekülvist tulenev positiivne efekt vihmaussikooslustele oluliselt suurem raskema lõimisega muldades.

Uuritud alade omavahelisel võrdlemisel oli ilmne, et otsekülvipõldude Viljandi 1 ja Viljandi 3 vihmaussikoosluste puhul olid paljud näitajad oluliselt kõrgemate väärtustega kui tavaharimisega Viljandi\_künd ning otsekülvipõldudel Põlvamaal (Põlva 1 ja 2). Mõjutavaks teguriks võis siin olla mulla niiskus, mis oli Viljandi uurimisaladel kõrgem kui Põlva aladel. Kõrgeim niiskusesisaldus mullas määrati Viljandi 1 proovialal (31- ühik on vee ruumala mulla ruumala kohta) ja madalaim (16) Põlva 2 proovialal.

Mulla lõimimine oli uurimisaladel võrdlemisi kerge (Põlvamaal saviliiv ja Viljandimaal kerge liivsavi), seega see parameeter väga suurt mõju ei tohiks avaldada. Samas võis Viljandimaa veidi raskem lõimimine ka vihmaussidele soodsamalt mõjuda. Mulla agrokeemilistest omadustest olid Viljandimaal kõrgemad mulla Ca-, Cu-, Mn-, B- ja Corg-sisaldused ning madalam P-sisaldus.

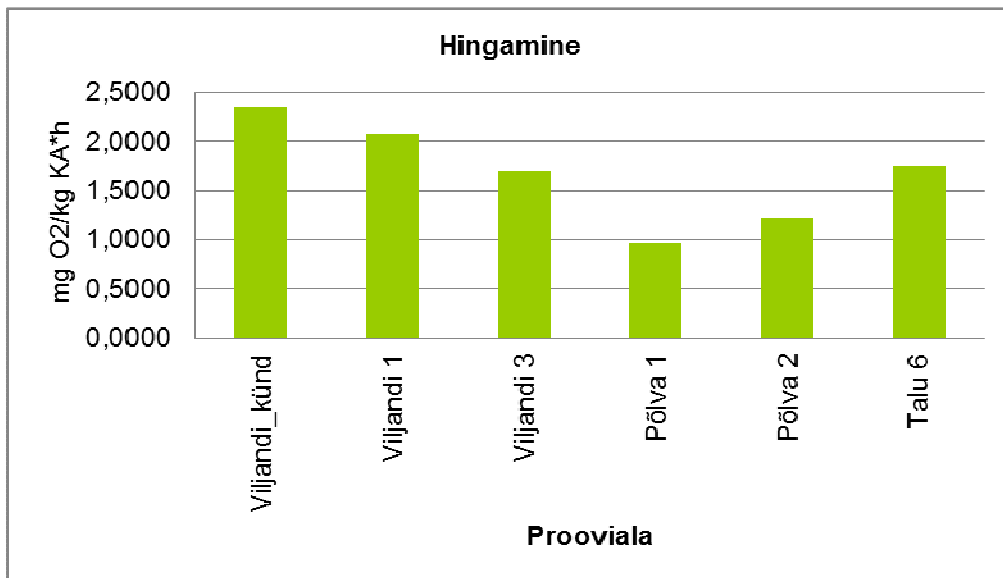
**Mikroobikoosluse hingamisaktiivsus ja mikroobne biomass** SIR alusel olid kõrgemad just Viljandimaa põldudel, mis samuti viitab mullaelustikule soodsamate tingimuste olemasolule selles piirkonnas. Kõrgeim mulla mikroobide biomass substraadi poolt indutseeritud hingamise (SIR) meetodil oli tavaharimisega ehk siis Viljandi\_künd proovialal (0,890 mg biomass C/g KA) ja madalaimad näitajad olid Talu 6 ja Põlva 1 proovialadel (vastavalt 0,273 mg biomass C/g KA ja 0,292 mg biomass C/g KA) (joonis 1).



Joonis 1. Mulla mikroobide aktiivse biomassi määramistulemused substraadi poolt indutseeritud hingamise (SIR) meetodil 2011. aastal

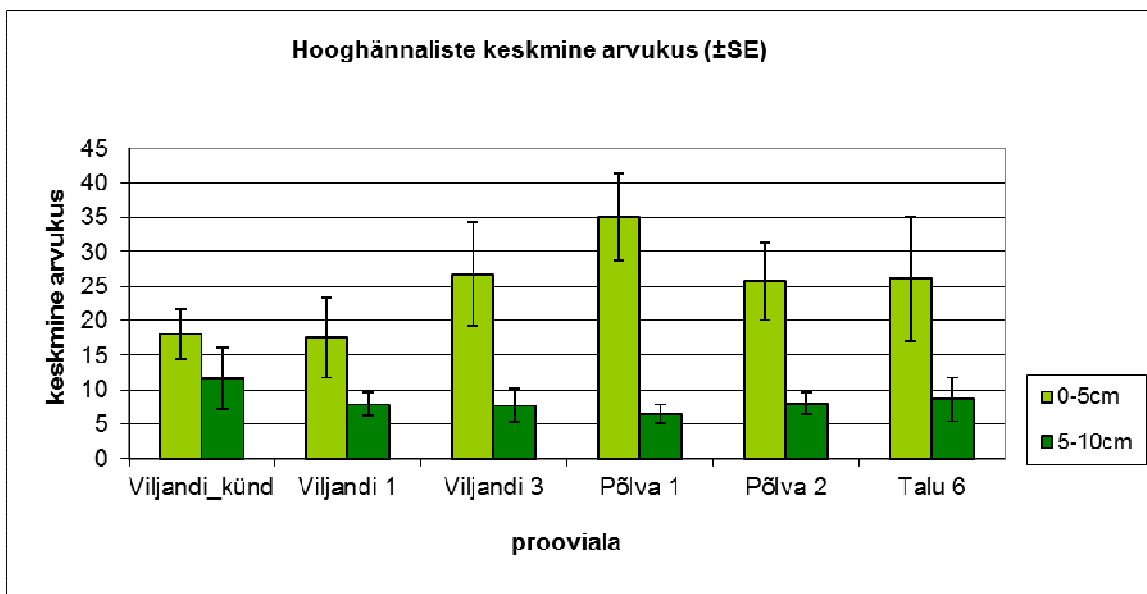


Mikroobikoosluse üldine aktiivsus hingamisaktiivsuse alusel oli samuti kõrgeim Viljandi\_küнд proovialal (2,356 mg O<sub>2</sub>/kg KA\*h) ja madalaim Põlva 1 proovialal (0,968 mg O<sub>2</sub>/kg KA\*h) (joonis 2).



Joonis 2. Mikroobikoosluse üldine aktiivsus 2011. aastal hingamisaktiivsuse alusel

Hooghännaliste keskmine arvukus kahel erineval sügavusel (0-5 ja 5-10 cm) on esitatud joonisel 3. Pealmises mullakihis (0-5 cm) oli hooghännaliste keskmine arvukus tunduvalt kõrgem kui sügavamas mullakihis. Kõrgeim keskmine arvukus määrati Põlva 1 prooviala pealmises mullakihis (35 isendit) ja madalaim sama prooviala mulla alumises kihis (6,5 isendit). Siin võib öelda, et alumise uuritud mullakihi hooghännaliste arvukus oli uuritud aladel, eeskätt just otsekülvaladel, väga madal.



Joonis 3. Hooghännaliste keskmine arvukus kahes erinevas mullakihis 2011. aastal

Kirjanduse andmeil on hooghännalised väga tundlikud mulla harimise suhtes, eriti mulla tihendamise suhtes (Crossley *et al*, 1992) ning tihendatud mullas võib väheneda hooghännaliste arvukus 30%, võrreldes normaalsete, mittetihendatud muldadega (Neher, Barbercheck, 1999). Antud uuringu



otsekülvipõldude lasuvustiheduse analüüs näitas, et 0-5 cm kihis olid mullad nõrgalt kuni keskmiselt tihenened, järgmises 5-15 cm kihis tihenemine suurenes ja seda eriti just Põlvamaa põldudel. Samas oli neil aladel ka õhuga täidetud pooride osatähtsus madal ehk siis mullad olid halvasti õhustatud. Seega võib järeldada, et hooghännaliste väga madala arvukuse üheks põhjuseks 5-10 cm mullakihis võib pidada ka mulla tihenemist ja sellega seotud mulla vähest õhustatust.

Kui analüüsida ka varem kogutud andmeid, on näha, et hooghännaliste keskmine arvukus oli märkimisväärselt madal ka aastal 2010. Kuna hooghännaliste jaoks on oluline mullaniiskus, siis tõenäoliselt 2010. aasta kuiv suvi vähendas oluliselt hooghännaliste arvukust ning see mõjutas nende arvukust ka 2011. aastal. Sellest võib järeldada, et hooghännalised vajavad võrdlemisi palju aega populatsiooni taastamiseks peale ekstreemseid tingimusi.

Ehkki vihmaussikooslusi ja hooghännalisi on peetud heaks mullaseisundi indikaatoriks, teeb asja keeruliseks mullas toimuvate protsesside kompleksus - ühe näitaja muutused on tavaliselt põhjustatud paljude tegurite poolt (Ivask *et al*, 2006). Üks võimalus on hinnata seirepõlde hindepallide alusel, vastavalt tabelis esitatud skaalale, kus väiksem hindepallide arv viitab tugevama intensiivsusega põllumajandustegevusele (Tabel 4). Vihmausside dominantliik on *Aporrectodea caliginosa*, samas hooghännaliste puhul ei saa soovitada dominantliiki, sest selle määrab teatud määral ära mullatüüp. Nt rähkmuldades on enam esindatud *Protaphorura armatus*. Antud tabelis esitatud numbrid on üldised näitajad, mis võivad vajada korrigeerimist; seda just eeskätt hooghännaliste poole pealt.

Tabel 4. Mullaelustiku hindamiskaala

PARAMEETER	HINDEPALLID		
	1	2	3
<b>Vihmaussid</b>			
Vihmausside arvukus, isendit m <sup>-2</sup>	<30	30...100	>100
Vihmaussikoosluse liigiline koosseis	Koosluses vaid liigid <i>Aporrectodea caliginosa</i> , <i>A. rosea</i> , <i>Lumbricus rubellus</i>	Lisaks eelmistele esinevad koosluses liigid <i>Allolobophora chlorotica</i> , <i>Lumbricus terrestris</i> , <i>Aporrectodea longa</i>	Lisaks eelmistele esineb koosluses liik <i>Lumbricus castaneus</i>
Vihmaussiliikide arv	1...2	3...4	>5
Dominantliigi osatähtsus	>0.86	0.66...0.85	<0.65
Vihmaussikoosluse ökoloogiline struktuur	Ainult endogeilised liigid	Epigeilised ja aneetsilised esindatud	Epigeilised ja aneetsilised liigid esindatud
<b>Mikroorganismid</b>			
SIR – mulla mikroobide aktiivne biomass kaudsel määramisel (mg biomass C/g KA)	<0,200 >0,600	0,200...0,400	0,400...0,600
Mikroorganismide üldine aktiivsus hingamisaktiivsuse alusel (mg O <sub>2</sub> /kg KA*h)	<1,100 >4,500	1,100...2,000 2,500...4,500	2,000...2,500
<b>Hooghännalised</b>			
Hooghännaliste arvukus 0-5 cm kihis, keskmine isendite arv 10 proovi kohta	<30	30...60	>60



Hooghännaliste arvukus 5-10 cm kihis, keskmine isendite arv 10 proovi kohta	<10	10...30	>30
Liikide arv	<10	10...14	>14
Dominantliigi osatähtsus	>0.55	0.40...0.55	<0.40

### Kokkuvõte

- Vihmaussikooslused otsekülvipõldudel olid arvukad ja keskmiselt liigirikkad, esindatud olid ka suurema ökoloogilise nõudlusega liigid;
- Vihmaussikooslused erinevad oluliselt Viljandimaa ja Põlvamaa uurimispiirkondades, mille põhjuseks on ilmselt mullaomaduste erinevused, eeskätt just mullalõimise, -niiskuse ja pH osas. Põlvamaal oli kergem lõimis (saviliiv), madalam mullaniiskus ja happelisem mullareaktsioon, mille tulemuseks oli madalam vihmausside arvukus ja suurem dominantliigi osatähtsus;
- Tallatud mullad ja halb õhurežiim võisid olla ka põhuseks, miks otsekülvipõldude sügavamas uuritud mullakihis (5-10 cm sügavusel) oli elurikkuse ühe indikaatorliigi – hooghännaliste arvukus väga madal

### Kirjandus

Crossley, D.A., Mueller, B.R., Perdue, J.C. 1992. Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relation to processes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40 (1992). Elsevier Science Publishers B.V. p.37-46.

Ivask, M., Koorberg, P., Kuu, A., Truu, J. Vihmaussikoosluste parameetrite kasutamine indikaatorina põllumajandusliku keskkonnatoetuste hindamisel. In: Kaasaegse ökoloogia probleemid: loodushoiu majandushoovad: Eesti X Ökoloogiakonverentsi lühiartiklid: Tartu, 27.-28. aprill, 2006: Eesti X Ökoloogiakonverents; Tartu; 27-28 Aprill, 2006. Tartu: Eesti Ökoloogiakogu: Teadusühing IM SAARE, 2006, 51 - 56.

Joschko, M., Gebbers, R., Barkusky, D., Rogasik, J., Höhn, W, Hierold, W., Fox, C.A., Timmer, J. 2011. Location-dependency of earthworm response to reduced tillage on sandy soil. *Soil&Tillage Research* 102, 55-66.

Neher, D.A., Barbercheck, M.E. 1999. Diversity and Function of Soil Mesofauna. In: Collins W.W., Qualset C.O., (Eds.). *Biodiversity in Agroecosystems*. CRC Press. Boca Ration, London, New York, Washington, D.C., p.27-42.

Pelosi, C., Bertrand, M., Roger-Estrade, J. 2009. Earthworm community in conventional, organic and direct seeding with living mulch cropping systems. *Agron.Sust.Dev.* 29, 287-295.

Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J. 2011. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil&Tillage Research*, doi:10.1016/j.still.2011.10.015.