ПОЧВОЗНАНИЕ АГРОХИМИЯ И ЕКОЛОГИЯ, ГОД. XLIV, № 4
SOIL SCIENCE AGROCHEMISTRY AND ECOLOGY, VOL. XLIV, № 4
София. 2010. Sofia

ХРИСТО ВЪЛЧОВСКИ
Институт по почвознание "Н. Пушкаров", София

Характеристика на популациите на сем. *Lumbricidae* в паркове на територията на град София, като биоиндикатор за състоянието на почвата

Characteristic of Population of Earthworm Family Lumbricidae in Parks of Sofia as Bioindicator of Soil Health

H. Valchovski
N. Pushkarov Institute of Soil Science, Sofia, Bulgaria

Abstract
This study has a purpose to evaluate the condition of population of earthworms and their application as indicator of soil health and structure. The research determinate a number, biomass and age structure of earthworms in ecosystems of town parks in Sofia. This biological data was compared with soil texture, humidity, pH and content of nitrogen, phosphorus, potassium and humus in Eutric-Dystric Fluvisols of the parks. It was conclude dependence between agrochemical indexes, soil texture and by the other side biomass and count of earthworms of *Lumbricidae* family.
Key words: earthworm family *Lumbricidae*, indicator of soil health and structure, Eutric-Dystric Fluvisols

Запазването на биологичното разнообразие е една от основните насоки в политиката на ЕС, наред с развитието на селското стопанство и горското стопанство, както и запазването на екосистемите и водните ресурси (Opdam et al., 2009). Почвените организми са интегрална част от естествените и селскостопанските екосистеми и имат ключова роля за запазване на почвата в добро състояние, за функционирането и продуктивността на екосистемите. Включването на почвените организми като екологични индикатори в мониторингови програми е в основата за ранното отчитане на промени в продуктивността на почвите и подобряване на тяхното използване (Morvan et al., 2008).

Семейството на дъждовните червеи - *Lumbricidae* е важна функционална група почвени организми, които модифицират структурата на почвата благодарение на своята механична активност и по тази причина много автори ги наричат "екосистемните инженери" на почвата (Jones and Lawton, 1997). Дъждовните червеи са доминиращ компонент на почвената макрофауна и тяхната активност влияе върху физичната, химическата и биологическата характеристика почвата. Те имат значение за почвената структура, въздушния и воден режим на почвата, разлагането на органичните съединения, кръговрата на веществата и тях-

ната достъпност за растежа и развитието на растенията (Lee and Foster, 1991; Lavelle et al., 1997; Six et al., 2004). Големите вертикални канали, които прокопават анеик червеите, подобряват водния режим на почвата и ускоряват транспорта на химични елементи в подълбоките слоеве на почвения профил (Neirynck, Mirtcheva et al., 2000). Елиминирането на популацията на дъждовните червеи може да доведе намаляване до 92% на инфилтрацията на вода в почвата (Clements, 1982).

Първостепенни фактори за числеността и биомасата на дъждовните червеи са: pH, механичният състав, органичното вещество, влажността, температурата, екологичните взаимоотношения. Второстепенни фактори са селскостопанското използване на земята, обработките, торенето, видът на отглежданата култура. Всички тези показатели са взаимно свързани и влияят заедно върху популацията на дъждовните червеи (EC, 2010).

Целта на настоящето проучване беше да се оцени състоянието на популациите на дъждовните червеи и тяхното приложение като биоиндикатор за почвеното състояние и структура.

Материал и методи

В направеното проучване са обхванати 4 парка от района на гр. София – Борисова градина, Ловен парк, Северен парк и Западен парк. Пробовземането е извършено през май 2010 година. Всичките паркове се намират върху Алувиално-делувиална почва от Софийското поле. Взети са по 5 проби от всеки парк за изследване на популациите от сем. *Lumbricidae*. Пробовземането е извършено от екосистема, доминирана от дъбови дървета. Наред с еднаквия компонент доминиращ дървесен вид - дъб (*Quercus sp.*), подлесът от другите растения е доста различен. В Борисовата градина подлесът е от житни треви и дъбовата гора е с ниска плътност. В Ловния парк наред с дъбовите растения се срещат и много други дървесни видове – бял бор (*Pinus sylvestris*), мъждрян (*Fraxinus ornus*), бяла акация (*Robinia pseudoacacia*), липа (*Tilia sp.*), клен (*Acer sp.*), габър (*Carpinus betulus*) и други. Подлесът е основно от многогодишни видове като бръшлян (*Hedera helix*) и къпина (*Rubus fruticosus*). В Северния парк подобно на Борисовата градина има дъбова гора с ниска плътност и подлес от житни треви. В някои части на парка има бял бор (*Pinus sylvestris*) и конски кестен (*Aesculus hipocastanum*). В Западния парк дъбовата гора е с висока плътност и подлесът почти отсъства, като основно е представен от дъбови покълнеци. В този парк се наблюдава силен постилков хоризонт от дъбови листа, жълъди и клонки.

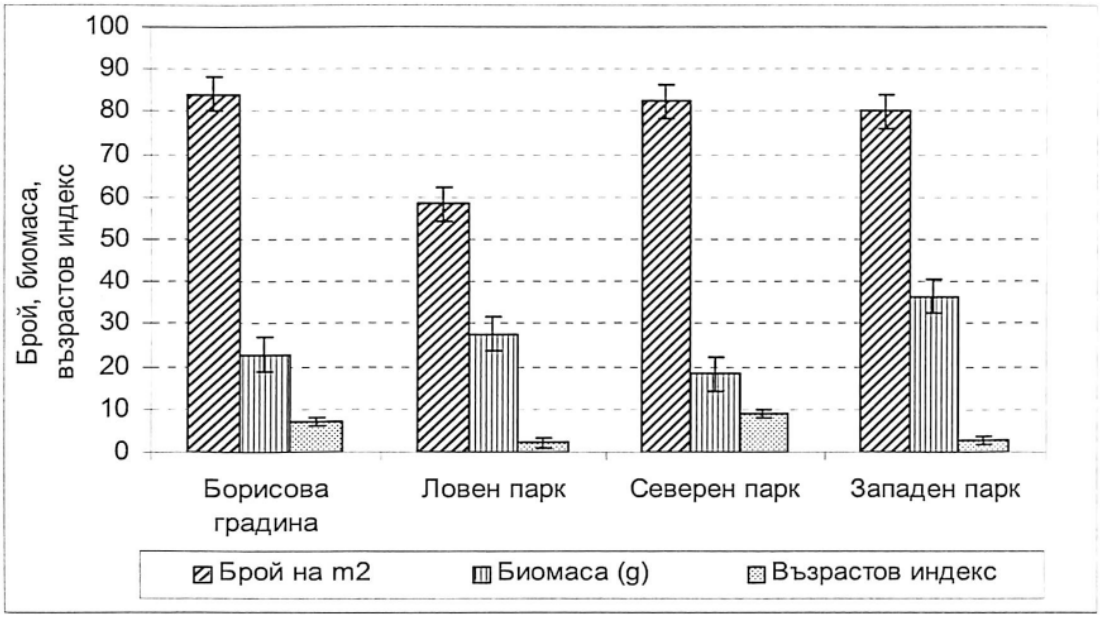
Всяка проба е по ISO стандарт 23611-1 от 2006 г. и е с размери 50x50x20 cm по метода на изкопаване на почвата. Намерените дъждовни червеи са фиксирани в разтвор на 4% формалин, след което са поставени в разтвор на 70% етанол. Използваните показатели са брой, биомаса и възрастова структура на популациите на дъждовни червеи. Възрастовата структура е отчетена чрез отношението на млади неполово зрели индивиди към възрастни индивиди - това е т. нар. възрастов индекс.

Взети са проби за агрохимически анализ, механичен състав и pH на почвата. Измерен е минералният азот в почвата по метода на Келдал. Фосфорът и калият е отчетен по лактатно-ацетатния метод на Иванов, а pH е измерена потенциометрично във вода. Механичният състав е отчетен по схемата на Качински. Направена е статистическа обработка на резултатите с програмата Origin 6.0.

Резултати и обсъждане

Получените резултати (фиг. 1) показват тенденция за вариране на броя на дъждовните червеи между 58 и 84 индивида на m^2 в градските паркове на София, доминирани от дъбови съобщества, който е по-нисък от установения в широколистни гори за умерените ширини. Средният брой червеи в широколистни гори за умерените ширини варира от 100 до 200 индивида на m^2 (Lee 1985; Edwards and Bohlen, 1996; Coleman et al., 2004). Данните от Борисова градина, Северен и Западен парк показват много близки резултати по отношения на броя на индивидите. При Ловния парк се наблюдава по-нисък брой червеи - средно около 58 индивида.

Средната биомаса на червеите между 18,24 и 36,4 g/m^2 (фиг. 1) е в долните граници от данните за широколистни екосистеми - 20-



Фиг. 1. Среден брой дъждовни червеи, биомаса и възрастова структура спрямо 1 m²
Fig. 1. Average number, biomass and age structure of earthworms for 1 m²

100 g/m² (Lee 1985; Edwards and Bohlen, 1996; Coleman et al., 2004). Най-високи стойности има биомасата на червеите от Западния парк. Борисовата градина и Северният парк имат сходни данни, вариращи между 18 и 22 g/m², а за Ловният парк има междинни стойности.

Възрастовата структура на дъждовните червеи както и на повечето безгръбначни има силно изразена пирамидална форма (Edwards and Bohlen, 1996), докато тази, установена при популацията на сем. *Lumbricidae* (фиг. 1) има най-високи коефициенти при Северния парк и Борисовата градина. Популацията на дъждовните червеи от Ловния парк има най-нисък индекс на възрастовата структура, а индивидите от Западния парк заемат междинно положение.

Осреднените резултати за 4-те парка (табл. 1) дават ясна представа, че броят, биомасата и възрастовата структура на дъждовните червеи са в добро състояние, но са под или малко над долната граница за данните от естествените широколистни екосистеми.

По-ниският брой червеи се обяснява с натрупването на редица фактори. Важно значение за по-ниския брой и биомаса има генезисът и предисторията на парковете. Четирите парка представляват изкуствено създадени екосистеми, формирани преди няколко десетилетия. Някои от тях, като Северният парк например, са създадени върху обработваеми земи. Всички тези факти предполагат по-ниско ниво на биоразнообразието, броя и биомасата на дъждовните червеи, което се потвърждава от експерименталните данни. Това съвпада и с почти пълната липса на червеи тип епигеник, които се хранят с разлагащи се растителни остатъци на повърхността на почвата. Биомасата на дъждовните червеи нараства в първите няколко години след прекратяване на обработването на почвата, но и след 7 години епигеник червеите все още са значително по-малко от нивата, които са имали преди обработването на почвата или на-

Таблица 1. Среден брой, биомаса и възрастова структура за 4-те парка спрямо 1 m²
Table 1. Average number, biomass and age structure of earthworms in the explored parks for 1 m²

Общо за изследваните паркове	Среден брой, m²	Средна биомаса, g	Индекс на възрастовата структура
	76,2	26,22	4,18

пълно липсват (Citeau, 2008). Възстановяването на почвеното биоразнообразие е труден и продължителен процес и в повечето случаи промените са толкова драстични, че съобществата не достигат предишното си състояние и се установява ново екологично равновесие с по-малък брои видове (EC, 2010).

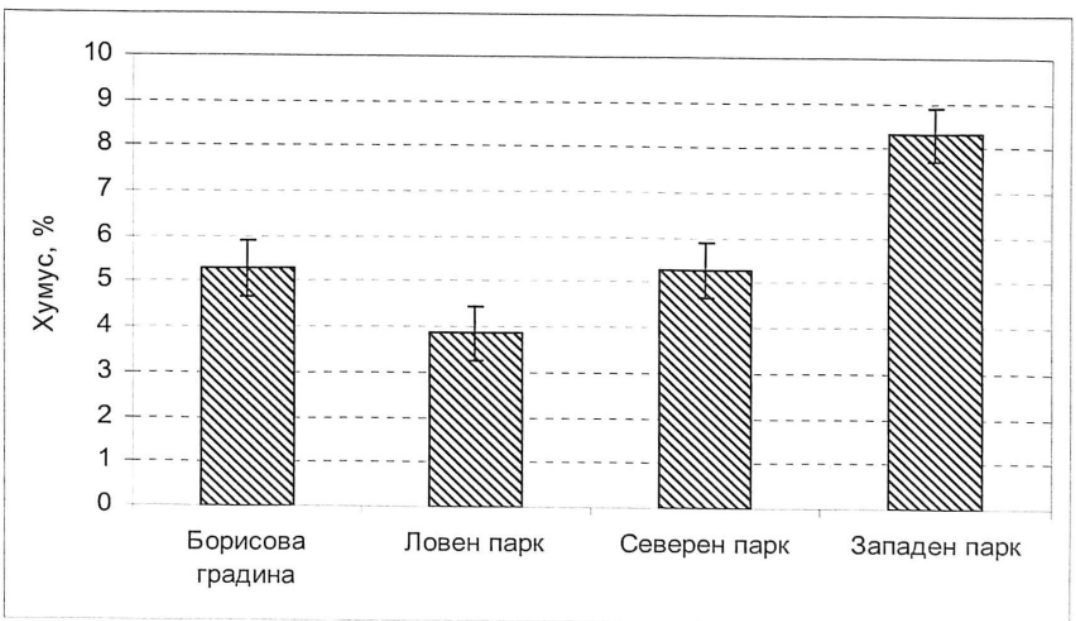
Борисовата градина и Северният парк показват сходни данни за броя и биомасата на дъждовните червеи. Това се дължи на по-ниската плътност на гората и наличието на житни треви, чиито растителни остатъци се разграждат бързо и са лесно достъпни за червеите. Двете екосистеми на тези паркове са сходни по растителен състав и хумусният хоризонт на почвата е по-дълбок - около 20 cm. Близки са и агрохимическите показатели на почвата (табл. 2) за двата парка, както и показателите на pH (фиг. 4) и съдържанието на хумус (фиг. 2).

Ловният парк има по-нисък брой на червеите с по-висока биомаса спрямо Борисовата градина и Северния парк. Това се обяснява с плиткия хумусен хоризонт (около 10 cm), по-неблагоприятните стойности на pH (фиг. 4), по-лошия механичен състав (табл. 3), по-ниското съдържание на хумус (фиг. 2) и наличието на подлес от къпина и бръшлян, които са многогодишни видове и ежегодно отдават по-малко растителни остатъци в почвата в сравнение с житните треви. В Ловния парк се наблюдават голям брой възрастни индивиди, които към момента на пробовземането не бяха пристъпили към интензивно

Таблица 2. Съдържание на общ азот (%), минерален азот (mg/kg), фосфор (mg/100 g) и калий (mg/100 g) в почвата на изследваните паркове

Table 2. Content of total amount of nitrogen (%), mineral nitrogen (mg/kg), phosphorus (mg/100 g) and potassium (mg/100 g) of soil in the explored parks

Обект	Общ азот, %	Минерален азот, mg/kg	Фосфор, mg/100 g	Калий, mg/100 g
Борисова градина	0,23	19,2	6,7	46,5
Ловен парк	0,17	10,8	0,9	23,3
Северен парк	0,19	22,4	14,00	51,2
Западен парк	0,3	16,00	11,5	39,2



Фиг. 2. Съдържание на хумус (%) в почвата
Fig. 2. Content of humus (%) in the soil

Таблица 3. Механичен състав на почвата
Table 3. Soil texture in the explored parks

Обект	Размер на частиците в mm							
	сума > 1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	сума < 0,01%
Борисова градина	0	7,5	14,3	24,1	8,7	4,7	20,4	34,1
Ловен парк	0	0,2	25,4	14,3	7,5	3,6	19	30,1
Северен парк	0	8,1	16,8	16,6	12,4	4,1	42	58,5
Западен парк	0	3	12	17,6	10,6	7,7	39,1	57,4

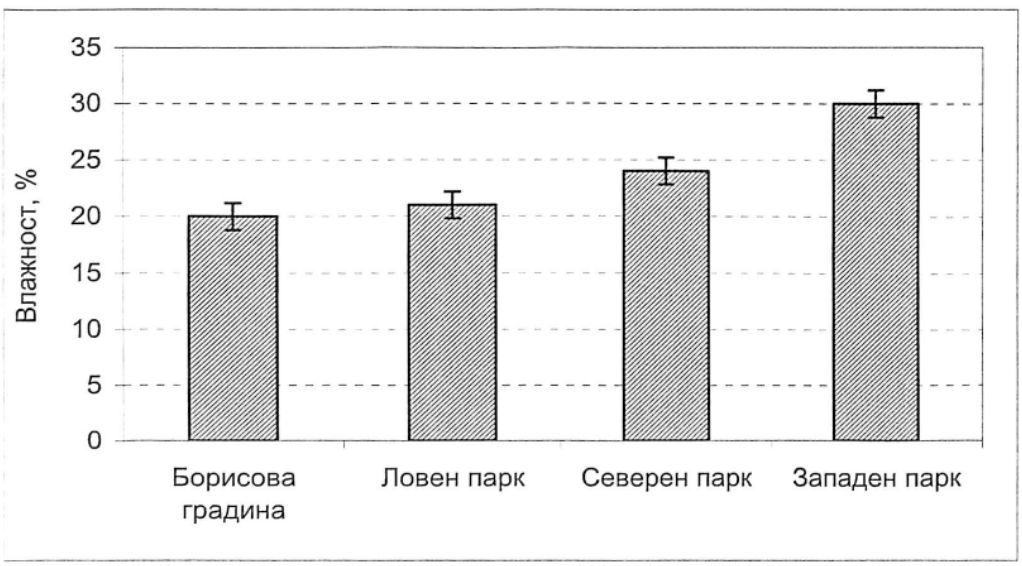
размножаване. С това се обяснява и влошената възрастова структура на популацията и по-високата биомаса.

Западният парк заема междинно положение по отношение на данните за брой, биомаса и възрастова структура. В този парк броят на дъждовните червеи е сходен с този при Борисовата градина и Северния парк, но се отчита и голям брой на възрастни индивиди и оттам, и голяма биомаса подобно на Ловния парк. Като цяло популациите на дъждовните червеи в Западния парк са в най-добро състояние по отношение на изследваните показатели. Това е съпоставимо с нивата на почвената влажност (фиг. 3), pH (фиг. 4), механичния състав (табл. 3), съдържанието на хумус (фиг. 2) и на основните елементи азот, фосфор и калий (табл. 2).

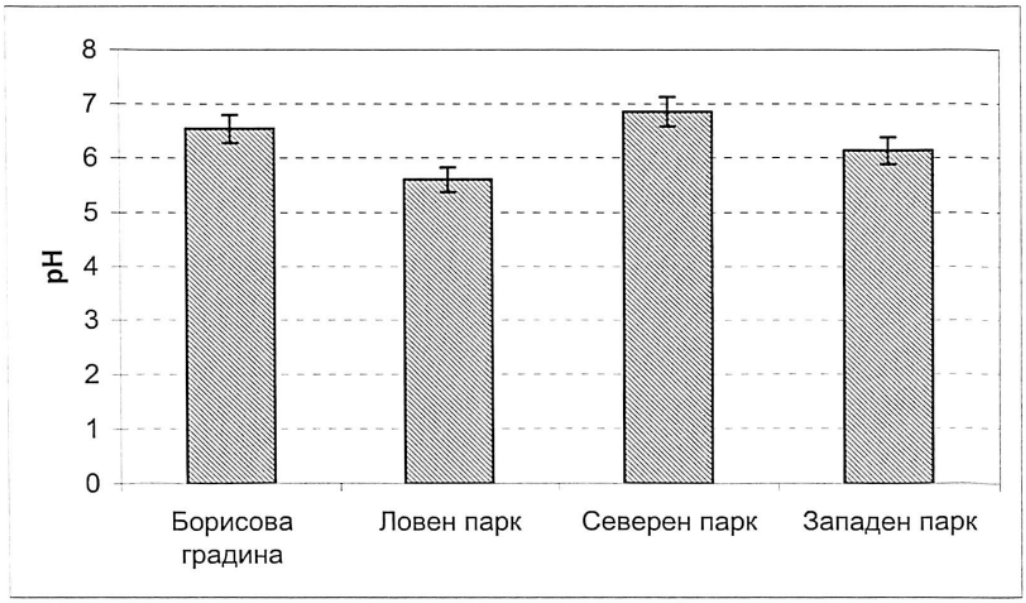
Почвената влажност е първостепенен фактор за развитието и размножаването на дъждовните червеи. При неблагоприятна влажност червеите спират размножаването си, заравят се дълбоко в почвения хоризонт и престават да се движат. Отчетената почвена влажност (фиг. 3) е оптимална, а в някои случаи е максимална за Алувиално-делувиална почва, особено в Западен парк.

Дъждовните червеи се развиват при стойности на pH между 4 и 8 (Doube and Schmidt, 1997). Отчетените стойности на pH (фиг. 4) са оптимални за нормалното развитие на индивидите от сем. *Lumbricidae*. Единствено в Ловния парк pH е леко неблагоприятна, средно кисела (pH = 5,6), което дава отражение и в броя на червеите.

Количеството на усвоимите форми на азо-



Фиг. 3. Влажност в % на изследваните почви
Fig. 3. Humidity (%) in the soil



Фиг. 4. Отчетена pH на почвата
Fig. 4. Soil pH in the explored parks

та за растенията - амониева и нитратна е много ниско в Ловния парк. Останалите три изследвани парка имат по-висока запасеност на почвата с подвижен азот, но не много поголяма. В разрез с това, количеството на общия азот (табл. 2) е доста високо особено за почвата в Западния парк, което индиректно подсказва по-слаба минерализация и микробиална активност.

Запасеността на почвата с фосфатни йони (табл. 2) се колебае между задоволителна и слабо незадоволителна в Борисовата градина, Западния парк и Северния парк. Почвата в Ловния парк има критично ниски стойности на фосфорни съединения, подобно на запасеността й с подвижен азот.

Количеството на калий в почвата в Борисовата градина, Западния парк и Северния парк е в оптимални нива с изключение отново на Ловния парк, където стойностите са по-ниски (табл. 2).

Съдържанието на хумус (фиг. 2) в почвата на 4-те парка е високо, което е нормално за почва, която не е била обработвана няколко десетилетия. Много високо е количеството на органична материя - разложена и полуразложена в Западния парк за разлика отново от Ловния парк, където стойностите са най-ниски. В съответствие с това биомасата на червеите в Западния парк е най-висока.

Механичният състав (табл. 3) на почвата от 4-те парка е с добра структура за развитието на дъждовните червеи.

По механичен състав почвата на Западния парк и Северния парк е тежко песъкливо-глинеста (Качински, 1970), а в Борисовата градина - средно песъкливо-глинеста. Най-песъклива е почвата от Ловния парк, което е неблагоприятно за придвижването на дъждовните червеи. Песъкливите почви не са особено предпочитани от червеите поради лошия си воден режим, ниското органично съдържание и острите ръбове на пясъчните частици, които наранява тялото на червеите. Тежко глинестите почви предлагат по-добри условия на живот за червеите - висока влажност и добро съдържание на органични остатъци, но средната им температура не е така подходяща за тях. Най-предпочитани от дъждовните червеи са почвите със средно песъкливо-глинест механичен състав (Kainz, 1991).

Изводи

Направените изследвания ясно показват, че броят, биомасата и биологичното разнообразие на дъждовните червеи са далеч по-ниски от това в естествените горски екосистеми. Липсва

екологичната група на епигеник червеите и другите две функционални групи - ендогеник и анеик, които са с намален брой, но като цяло популациите от сем. *Lumbricidae*, все пак, са в оптимално състояние за една урбанизирана паркова среда. С изключение на Ловния парк почвата в останалите паркове е с добра запасеност на хранителни елементи за растенията и има добра структура. Всички тези почвени характеристики напълно кореспондират с броя и биомасата на дъждовните червеи и показват, че тези почвени организми могат да бъдат използвани като един добър индикатор за състоянието на почвата.

Литература

Качинский, Н. А. 1970. Физика почвы. Част I и II. *Вышая школа*, Москва, 1-340; 1-357

Citeau, L., Bispo, A., Bardy, M., King, D. 2008. Gestion durable des sols. Versailles, France, Editions Quae.

Clements, R. O. 1982. Some consequences of large and frequent pesticide applications to grassland. Third Australian Conference on Grassland Invertebrate Ecology, Adelaide: South Australia Government, Printer.

Coleman, D. C., Crossley, Jr. and P. F. Hendrix. 2004. Fundamentals of Soil Ecology (second ed.), Elsevier Academic Press, San Diego, US.

Edwards and Bohlen. 1996. Biology and Ecology of Earthworms (third ed.).

European Commission DG ENV Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Final report, February 2010.

Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69, 373-386

Kainz, M., Auerswald, K., Philipp, C. 1991. Effect of top soil properties on earthworm abundance in representative arable soils. Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bayreuth (Germany).

Lee, K. E. 1985. Earthworms their ecology and relationships with soil and land use. *Academic Press*, Sydney, 1985, p. 411

Lee, K. and R. Foster. 1991. Soil fauna and soil structure. *Aust. J. Soil Res.,* 290, p. 745-775

Morvan, X., Saby, N. P. A., Arrouays, D., Le Bas, C., Jones, R. J. A., Verheijen, F. G. A. et al. 2008. Soil monitoring in Europe: a review of existing systems and requirements for harmonisation. *Science of the Total Environment*, 391, 1-12

Neirynck, J., S. Mirtcheva et al. 2000. Impact of Tilia platyphyllos Scop., Fraxinus excelsior L., Acer pseudoplatanus L., Quercus robur L. and Fagus sylvatica L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy topsoil. *Forest Ecology and Management*, **133**(3): 275-286

Opdam, P. and L. Sandra. 2009. Bruce Jones Changing landscapes to accommodate for climate change impacts: a call for landscape ecology. *Landscape Ecol.*, 24: 715-721

Six, J., H. Bossuyt, S. Degryze and K. Denef. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.*, 79, p. 7-31