

Ánamaðkar (Lumbricidae) í sunnlenskum túnum

HÓLMFRÍÐUR SIGURÐARDÓTTIR

og

GUÐNI ÞORVALDSSON

Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Keldnaholti, 112 Reykjavík

YFIRLIT

Haustið 1992 var fjöldi, tegundasamsetning og aldursdreifing ánamaðka rannsökuð í 12 túnum undir Eyjafjöllum og í Hraungerðishreppi. Túnin voru mjög breytileg hvað varðar jarðveg, aldur og áburðarnotkun. Í hverju túni voru tekin þrjú jarðvegssýni niður í 30 cm dýpt. Ánamaðkar og egghylki voru skilin frá jarðvegi með blautsigtun. Mikill munur var milli túna á fjölda, lífþunga og tegundasamsetningu ánamaðka. Mest var af þeim í aldagömlum túnum ($350\text{--}500/\text{m}^2$ og $12\text{--}20$ g þurrvig/ m^2) en minnst í sandtúni ($75\text{--}80/\text{m}^2$ og 1 g þurrvig/ m^2) og blautu mýrartúni ($5/\text{m}^2$ og $0,03$ g þurrvig/ m^2). Alls fundust fjórar tegundir ánamaðka, *Aporrectodea caliginosa* (Sav.), *Dendrobaena octaedra* (Sav.), *Dendrodrilus rubidus* (Sav.) og *Lumbricus rubellus* Hoffm. Í gömlu túnunum var mest af *A. caliginosa* sem lifir niðri í jarðveginum. Yfirborðstegundin *D. octaedra* fannst ekki í gömlu túnunum en var eina tegundin á Skógasandi og í blautu mýrartúninu. Tilbúinn áburður, í þeim mæli sem hann er notaður hér á landi, virðist samkvæmt þessari rannsókn ekki hafa neikvæð áhrif á fjölda ánamaðka í túnum.

SUMMARY

Earthworms (Lumbricidae) in hayfields in southern Iceland

The distribution of lumbricid earthworms was studied in the autumn 1992 in 12 hayfields in southern Iceland. The fields differed considerably in soiltype, age and supply of fertilizer. In each hayfield three soil samples were taken and individual samples were wet-sieved. The average number, biomass and species composition of earthworms differed between sites. Highest values for number and biomass of the earthworm fauna were found in hayfields which have been used for centuries (viz. $350\text{--}500/\text{m}^2$ and $12\text{--}20$ g dry wt/ m^2). Lowest values were found in hayfields on sandy soil (viz. $75\text{--}80/\text{m}^2$ and 1 g dry wt/ m^2) and wet peat soils ($5/\text{m}^2$ and 0.03 g dry wt/ m^2). Four earthworm species were found in the hayfields, *Aporrectodea caliginosa* (Sav.), *Dendrobaena octaedra* (Sav.), *Dendrodrilus rubidus* (Sav.) and *Lumbricus rubellus* Hoffm. *A. caliginosa* was the dominant species of the old hayfields and *D. octaedra* the only species found in poor soils. Amounts of inorganic fertilizer applied to hayfields in southern Iceland did not appear to have negative effects on the earthworm population.

Key words: fertilizer, hayfields, Iceland, lumbricid earthworms, wet-sieving.

INNGANGUR

Fóðuröflun af ræktuðu landi er mikilvæg undirstaða búskapar hérlendis. Til að tún geti skilað mikilli uppskeru og árvissri þurfa umhverfisþættir, sem hafa áhrif, að vera í lagi. Það er löngu viðurkennt erlendis að

jarðvegslífverur, þar með taldir ánamaðkar, hafa áhrif á frjósemi jarðvegs. Flestar tegundir ánamaðka grafa göng í leit sinni að fæðu og gegna þýðingarmiklu hlutverki við niðurbrot lífrænna leifa í efstu lögum jarð-

vegs. Erlendar rannsóknir hafa sýnt að ánamaðkar eru vel til þess fallnir að gefa vísbendingu um ástand jarðvegs því að þeir lifa í nánnum tengslum við umhverfi sitt. Breytingar á tegundasamsetningu, fjölda, lífþunga og lifnaðarháttum eru því líklegar til að endurspeglar breytingar í jarðveginum (Kühle, 1983; Christensen o.fl., 1987; Mather og Christensen, 1988).

Jarðrækt hefur óhjákvæmilega áhrif á starfsemi jarðvegslífvera. Langtímaáhrif ræktunar á jarðvegslífið hafa lítið verið rannsökuð hér á landi. Jóhannes Sigvaldason (1973) taldi ánamaðka í reitum áburðartilrauna en greindi þá ekki til tegunda. Viðameiri rannsóknir voru gerðar síðar. Má helst nefna norsksænska rannsókn á útbreiðslu ánamaðka í mismunandi vistkerfum (Bengtson o.fl., 1975) og rannsókn Bjarna E. Guðleifssonar og Rögnvaldar Ólafssonar (1981) í túnnum í Eyjafirði. Í þessum rannsóknum voru ánamaðkar flæmdir upp með formalíni. Rannsókn Bengtson o.fl. (1975) náði til mismunandi vistkerfa, þar á meðal 13 túna sem flest voru á Norðurlandi. Í ljós kom að fjöldi og lífþungi ánamaðka var lítil á næringarsnauðum svæðum en jókst mjög þar sem áhrifa mannsins gætir að túnnum undanskildum. Í túnunum var mikill breytileiki í tegundafjölda, þéttleika og lífþunga ánamaðka. Í sumum þeirra fundust ekki ánamaðkar þótt þeir væru í næsta umhverfi. Rannsókn Bjarna E. Guðleifssonar og Rögnvaldar Ólafssonar (1981) var gerð á þremur túnnum á Möðruvöllum í Hörgárdal og í nærliggjandi garði. Í garðinum var töluvert af ánamöðkum en lítið í túnunum.

Hér verður greint frá rannsóknum sem höfðu það að markmiði að afla þekkingar á tegundasamsetningu og þéttleika ánamaðka í mismunandi túnnum á Suðurlandi. Við sýnatöku og úrvinnslu gagna var notuð aðferð sem ekki hefur verið beitt fyrr við rannsóknir á ánamöðkum í túnnum hérlendis. Þessi aðferð dregur upp nákvæmari mynd af fjölda, lífþunga, aldursdreifingu og tegundasamsetningu ánamaðka en flestar aðrar aðferðir.

LIFNAÐARHÆTTIR ÁNAMAÐKA

Á Íslandi hafa fundist að minnsta kosti tíu tegundir ánamaðka. Til samanburðar má nefna að tæplega tuttugu tegundir hafa fundist á Norðurlöndunum og um þrjú þúsund tegundir í heiminum. Þær lifa ýmist á yfirborði jarðvegs eða neðanjarðar (Backlund, 1949; Bjarni E. Guðleifsson og Rögnvaldur Ólafsson, 1981; Andersen, 1983; Lee, 1985).

Fæða ánamaðka er fjölbreytt. Þeir nærast einkum á dauðum leifum plantna og dýra en geta einnig étið smásæjar jarðvegslífverur er hafa tekið sér bólfestu á jurtaleifum og jarðvegsgögnum. Ánamaðkarnir éta, mylja og ummynda lífrænar leifar og gefa frá sér saur og slím er hefur áhrif á samkornabyggingu jarðvegs (Lee, 1985). Þessi úrgangsefni innihalda næringarefni sem plöntur og jarðvegslífverur geta nýtt sér. Einhver mikilvægustu áhrif ánamaðka á umhverfið eru að stuðla að niðurbroti lífrænna leifa (Scheu, 1987, 1991).

Margar tegundir ánamaðka grafa göng í jarðveginn við fæðunám sitt. Þetta veldur því að jarðvegur í mismunandi jarðvegslögum blandast saman, loftrými hans eykst og yfirborðsvatn sígur auðveldlega niður í hann (Lee, 1985; Edwards o.fl., 1989).

Nauðsynlegt er fyrir ánamaðka að vera gæddir ríkri aðlögunarhæfni til að geta tekist á við margvíslegar og oft óstöðugar aðstæður í jarðveginum. Breytileiki í byggingu, æxlun og atferli hefur gert mismunandi tegundum kleift að aðlagast ólíkum aðstæðum (Lavelle, 1988). Efnæiginleikar jarðvegs, kornastærð, magn lífrænna leifa, raki og hitastig eru mikilvægir umhverfispættir sem áhrif hafa á ánamaðka.

Ánamaðkar hafa verið flokkaðir eftir útliti og því hvort þeir lifa undir eða í yfirborði jarðvegs (Bouché, 1977). Í fyrsta lagi tegundir sem nærast á lífrænum leifum á yfirborði jarðvegs, þær eru litlar, rauðleitar og grafa ekki göng í jarðveginn (epigea). Í öðru lagi stórar, dökkar tegundir sem einnig nærast á lífrænum leifum á yfirborði jarðvegs en grafa varanleg göng (anecic). Og í þriðja lagi ljósar tegundir sem lifa eingöngu undir yfirborði

jarðvegs en grafa ekki varanleg göng heldur éta sig í gegnum jarðveginn (endogean). Sem dæmi um „epigean“ tegundir má nefna *D. octaedra*, *D. rubidus* og *L. rubellus*. Síðastnefnda tegundin grefur þó göng í jarðveginn og er nokkurs konar millistig þessara hópa. Sem dæmi um „endogean“ tegund má nefna *A. caliginosa* og sem dæmi um „anecic“ tegund má nefna *Lumbricus terrestris*. L. Æxlunarhæfni yfirborðstegundanna er meiri en hinna og þær verða fyrir kynþroska. Bouché (1977) skýrir muninn með því að umhverfisaðstæður séu óstöðugri við yfirborð jarðvegs og yfirborðstegundum sé hættara við afráni.

Ánamaðkar eru tvíkynja sem þýðir að kven- og karlkynsæxlunarferi eru til staðar í sama einstaklingi. Eitt aðaleinkenni kynþroska ánamaðka er beltið sem myndast á framhluta þeirra. Æxlunin fer yfirleitt fram með þeim hætti að tveir einstaklingar festast saman þannig að framendarnir vísa hvor í sína áttina. Á sama tíma gefur beltið frá sér slím er myndar slímhólka utan um ánamaðkana. Slímhólkarnir færast smám saman fram af ánamöðkunum, lokast og mynda sítrónulaga egghylki. Litur þeirra, stærð og lögun er misjöfn eftir tegundum. Þroskunartími þeirra er yfirleitt eitt ár og fer eftir hita og rakastigi. Margar tegundir ánamaðka, til dæmis *D. octaedra* og *D. rubidus*, fjölga sér með meyfæðingu en brögð eru að því að fóstur þroskist ekki í egghylkjunum eftir þess konar æxlun. Við náttúrulegar aðstæður verða ánamaðkar yfirleitt ekki eldri en tveggja ára. Stóru tegundirnar verða eitt-hvað eldri en þær smáu.

EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR

Rannsóknasvæði

Rannsóknin var gerð í túnum í tveimur sveitum á Suðurlandi, Austur-Eyjafjallahreppi og Hraungerðishreppi í Flóa. Undir Eyjafjöllum er gott ræktunarland og klaki fer ekki djúpt í jörð. Í Hraungerðishreppi er víða mjög grunnt á hraun og skiptast á þurrir móar og blautar mýrar. Í hvorri sveit fyrir sig voru valin tún af ýmsum gerðum og reynt að fá fram breyti-

leika í aldri, jarðvegi, jarðvegsraka og áburðarnotkun. Eftirtalin tún voru skoðuð:

Austur-Eyjafjallahreppur

1. Skarðshlíð (Heimatún). Gamalt tún í góðri rækt, sem hefur verið nytjað um aldir. Mikið ber á língresi. Túnvingull, vallarsveifgras og tvíkímblöðungar finnast einnig. Áburður: Um 100 kg N/ha í tilbúnum áburði að vori og 40 kg N/ha eftir slátt. Mikil teðsla er í túninu.
2. Raufarfell II (Heimatún). Gamalt tún í góðri rækt, sem hefur verið nytjað um aldir. Mest er af língresi. Töluvert er einnig af túnvingli, vallarsveifgrasi og tvíkímblöðungum. Áburður: Um 40 kg N/ha í tilbúnum áburði að vori. Mikil teðsla er í túninu.
3. Raufarfell II (Stóri-Kollur). Um 20 ára gamalt tún á þurraðri mýri. Túnið er vel þurrt. Mest ber á língresi, vallarsveifgrasi og túnvingli. Nokkuð er einnig af tvíkímblöðungum. Áburður: Um 40 kg N/ha í tilbúnum áburði. Töluvert teðsla er á túninu eftir hross.
4. Raufarfell III (Torfmýri). Um 20 ára gamalt tún á þurraðri mýri. Túnið er vel þurrt. Áburður: Um 80 kg N/ha í tilbúnum áburði. Búfjáráburður sum ár.
5. Skógasandur (Nr. 3 á 1. reim). Um 40 ára gamalt tún, ræktað upp úr sandi. Mest ber á vallarsveifgrasi, vallarfoxgrasi og túnvingli. Áburður: Um 120 kg N/ha í tilbúnum áburði. Síðastliðin þrjú ár hefur verið borin á það kúamykja að auki. Túnið var tvíslegið 1991 og 1992.
6. Skógasandur (Nr. 4 á 1. reim). Um 40 ára gamalt tún, ræktað upp úr sandi. Mest ber á vallarsveifgrasi, vallarfoxgrasi og túnvingli. Áburður: Um 120 kg N/ha í tilbúnum áburði. Túnið hefur aldrei fengið búfjáráburð. Það var ein-slegið 1991 og 1992.

1. tafla. Niðurstöður efnagreininga á jarðvegssýnum (0–5 cm dýpi).

Table 1. Chemical properties of soil samples (sampling depth 5 cm).

	pH	Aska % þe.	N % þe.	C % þe.	C/N	K meq í 100 g	P mg í 100 g
A-Eyjafjallahreppur							
Skarðshlíð (Gamalt tún)	5,60	76	0,87	7,58	8,7	0,439	1,6
Raufarfell (Gamalt tún)	5,50	77	0,94	10,79	11,5	0,540	1,3
Raufarfell (Þurr mýri, lítill áburður)	5,45	82	0,60	8,63	14,4	0,256	0,2
Raufarfell (Þurr mýri) ^{a)}	5,70	95	0,14	2,37	16,9	0,050	3,4
Skógasandur (Sandur, búfjáráburður)	5,65	96	0,10	1,79	17,9	0,062	10,6
Skógasandur (Sandur)	5,70	97	0,08	1,65	20,6	0,037	7,5
Hraungerðishreppur							
Tún (Gamalt tún)	5,50	68	1,22	15,91	13,0	0,561	5,5
Arnarstaðir (Gamalt tún)	5,25	70	1,16	15,11	13,0	0,426	3,0
Tún (Þurr mýri)	5,45	70	1,10	16,73	15,2	0,199	1,7
Tún (Blaut mýri)	5,55	70	1,15	17,15	14,9	0,276	3,1
Stóra-Ármót (20 ára móatún)	5,70	77	0,78	12,44	15,9	0,147	0,5
Stóra-Ármót (2 ára móatún)	6,20	81	0,61	6,28	10,3	0,159	0,1

a) Niðurstöðurnar eru ekki eins og við var búist, e.t.v. hefur sandur verið í sýninu enda eru sandlög í mýrinni sem gætu hafa borist um túnið með skurðuppgreftri.

Hraungerðishreppur

1. Tún (Heimatún).

Gamalt tún í góðri rækt sem hefur verið nytjað um aldir. Mest ber á língresi og túnvingli, en vallarsveifgras sést einnig. Áburður: Um 70 kg N/ha í tilbúnum áburði að vori, en 20–30 kg eftir slátt. Túnið fær búfjáráburð á hverju ári. Það er rétt við fjósið.

2. Arnarstaðir (Heimatún).

Gamalt tún í góðri rækt sem hefur verið nytjað um aldir. Mest ber á língresi og túnvingli, en vallarsveifgras sést einnig. Nokkuð er af maríustakki. Áburður: Um 100 kg N/ha í tilbúnum áburði. Túnið hefur fengið búfjáráburð.

3. Tún.

Um 30 ára gamalt mýrartún sem var endurunnid fyrir 10 árum. Mest ber á vallarsveifgrasi, vallarfoxgrasi, snarrót og língresi. Áburður: Um 100 kg N/ha í tilbúnum áburði. Túnið hefur oft fengið búfjáráburð.

4. Tún.

Um 30 ára gamalt mýrartún sem er mjög

blautt. Mest ber á knjáliðagrasi, stór og snarrót. Áburður: Um 80 kg N/ha í tilbúnum áburði. Túnið fær búfjáráburð á hverju ári.

5. Stóra-Ármót (Vesturtún).

Um 20 ára gamalt móatún. Aðalgras-tegundir eru snarrót, língresi og vallarsveifgras. Áburður: Túnið hefur fengið mikinn búfjáráburð á þessum 20 árum. Í vor var borin á það fljótandi mykja. Einnig fékk það um 70 kg N/ha í tilbúnum áburði og um mitt sumar 40 kg N/ha. Sauðfé var beitt á túnið í vor en kúm um sumarið. Túnið var svo slegið um haustið.

6. Stóra-Ármót (Kallholt).

Tveggja ára gamalt móatún. Aðalgras-tegundin er vallarfoxgras. Áburður: Um 130 kg N/ha í tilbúnum áburði. Búfjáráburði var dreift á túnið haustið 1991.

Efnainnihald jarðvegs í túnunum var ákvarðað á 0–5 cm dýpi (1. tafla).

2. tafla. Fjöldi ánamaðka, lífpungi og fjöldi egghylkja innan túna þar sem mikið var af ánamöðkum og þar sem lítið var af þeim. Meðaltal (staðalfrávik).

Table 2. Numbers of earthworms, biomass and numbers of cocoons in hayfields with high and low numbers of earthworms. Mean (SD).

	Fjöldi túna <i>No. of hayfields</i>	Fjöldi ánamaðka <i>No. of earthworms</i>	Lífpungi <i>Biomass</i>	Fjöldi egghylkja <i>No. of cocoons</i>
Tún með mikið af ánamöðkum <i>Hayfields with high numbers of earthworms</i>	6	381 (183)	12,4 (8,3)	224 (182)
Tún með lítið af ánamöðkum <i>Hayfields with low numbers of earthworms</i>	6	57 (53)	1,6 (1,5)	172 (228)

Sýnataka, blautsigtun og tegundagreining

Í lok ágúst 1992 voru tekin þrjú jarðvegs-sýni, 25×25×30 cm, í hverju túni. Hverju sýni var skipt í tvennt (0–15 cm dýpt og 15–30 cm). Einnig voru tekin jarðvegssýni til efnagreiningar. Sýnin voru skoluð varlega gegnum fjögur sigti (40×30 cm) með minnkandi möskvastærð (neðsta sigti 1 mm). Egghylki og ánamaðkar voru vandlega aðgreind frá öðru efni. Með þessari aðferð má draga upp nákvæma mynd af öllum þroskastigum ánamaðka, jafnvel smáum egghylkjum og nýklöktum einstaklingum. Hér skal tekið fram að ánamaðkar töldust fullorðnir þó að beltið væri ekki fullþroska ef önnur kynþroskaeinkenni voru komin fram. Við greiningu ánamaðka og egghylkja var stuðst við greiningarlykla Gerards (1964), Stöp-Bowitz (1969) og Sims og Gerards (1985). Fjöldi ánamaðka og þurrvig hvers einstaklings var ákvörðuð.

NIÐURSTÖÐUR

Á 1. og 2. mynd eru sýndar niðurstöður af fjölda og lífpunga ánamaðka og egghylkja í 0–30 cm dýpt. Mikill munur var á þessum stærðum milli túna og túngerða. Hæstu gildin voru í gömlu túnunum en þau lægstu í sandtúnunum og blauta mýrartúninu. Meðalfjöldi ánamaðka í þessum túnunum var á bilinu 5–518 einstaklingar/m² og lífpungi á bilinu 0,03–20,4 g þurrvig/m². Meðalfjöldi egg-

hylkja var 5–347/m² og lífpungi 0,01–2,3 g þurrvig/m².

Einnig var mikill breytileiki milli sýna innan túna. Staðalfrávik innan túna fyrir mælingar á fjölda ánamaðka, lífpunga og fjölda egghylkja var reiknað í tvennu lagi (6 tún í hvorum flokki). Annars vegar fyrir tún þar sem mikið var af ánamöðkum og hins vegar fyrir tún þar sem lítið var af þeim. Í fyrri flokknum voru gömlu túnin í báðum hreppum og mýrartúnin undir Eyjafjöllum. Í þeim síðari voru túnin á Skógasandi ásamt móa- og mýrartúnunum í Hraungerðishreppi. Niðurstöðurnar eru sýndar í 2. töflu.

Eðlilegt er að breytileiki sé mikill milli sýna því ánamaðkar eru hnappdreifðir, einkum þó egghylki. Í báðum sveitunum fundust 95–100% ánamaðka og egghylkja í efstu 15 cm jarðvegsins. Fjöldi ungvíðis var mikill borið saman við fjölda fullorðinna dýra (60–90%).

Fjöldi ánamaðka og lífpungi var yfirleitt hærri í Austur-Eyjafjallahreppi en í Hraungerðishreppi, en varasamt er að bera saman þessar tvær sveitir vegna þess að túnin eru fá og ólík. Gömlu túnin eru einna sambærilegust og í þeim var enginn verulegur munur á fjölda milli þessara sveita en lífpungi hins vegar heldur meiri undir Eyjafjöllum.

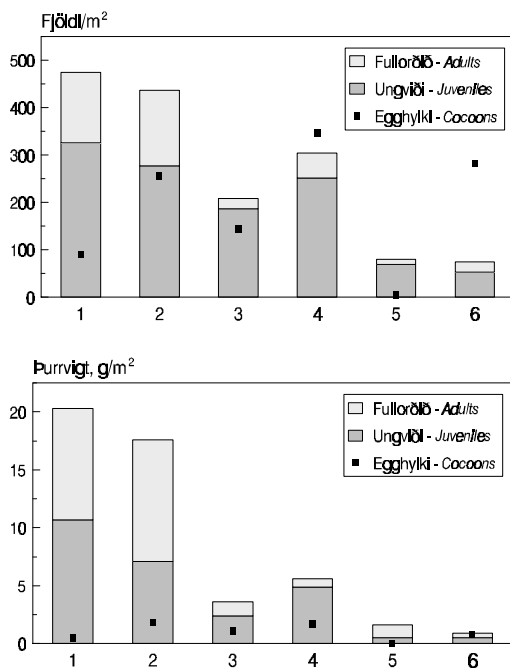
Fjórar tegundir ánamaðka fundust í báðum hreppum, *Aporrectodea caliginosa* (Sav.), *Dendrobaena octaedra* (Sav.), *Dendrodrilus*

rubidus (Sav.) og *Lumbricus rubellus* Hoffm., en tegundasamsetning var mismunandi eftir tún-um (3. og 4. mynd). Mest bar á *A. caliginosa* í gömlu túnunum og var þessi tegund ríkjandi hvort sem miðað er við fjölda eða líffþunga. Hlutfall *A. caliginosa* var um 70% nema í gamla túninu í Túni, þar var *D. rubidus* með hæst hlutfall, 48%, en *A. caliginosa* 34%. Mjög lítið var af *D. rubidus* í hinum gömlu túnunum. Talsvert var af *L. rubellus* í gömlu túnunum og var hlutfall tegundarinnar um 20–30% í báðum sveitum. *D. octaedra* fannst

ekki í gömlu túnunum, en var eina tegundin á Skógasandi og í blauta mýrartúninu.

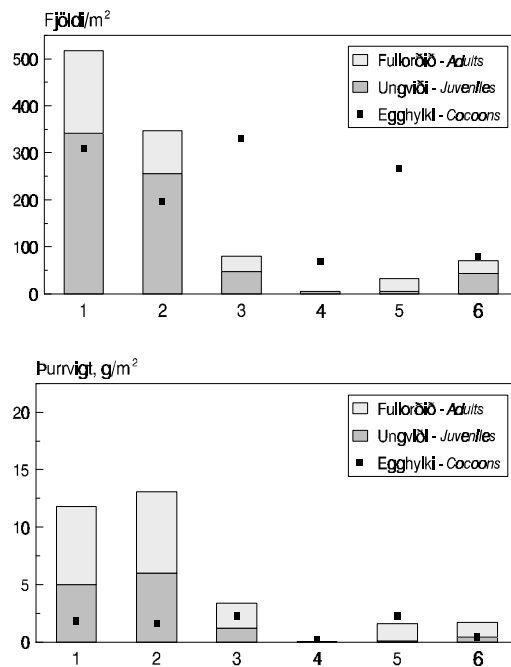
Mun fleiri ánamaðkar voru í mýrartúnunum undir Eyjafjöllum (200–300/m²) en í Hraun-gerðishreppi (tæplega 100/m² í því þurrara). Undir Eyjafjöllum var hlutdeild *A. caliginosa* og *L. rubellus* um 60% en í Hraungerðishreppi var *D. octaedra* einráð í blauta mýrartúninu og *L. rubellus* í því þurrara.

Á Stóra-Ármóti voru borin saman tvö móatún, um 20 ára gamalt tún og tveggja ára gömul nýrækt. Í hvorugu túnanna var mikið af ánamaðki en þó meira í því yngra. Ekki hefur



1. mynd. Meðalfjöldi og líffþungi ánamaðka og egghyllkja í túnunum í Austur-Eyjafjallahreppur. 1=Gamalt tún í Skarðshlíð, 2=Gamalt tún á Raufarfelli, 3=Þurr mýri, lítill áburður á Raufarfelli, 4=Þurr mýri á Raufarfelli, 5=Skógasandur, búfjár-áburður, 6=Skógasandur.

Figure 1. Mean numbers (per m²) and biomass (g dry wt per m²) of earthworms and cocoons in the hayfields in A-Eyjafjallahreppur. 1=Old hayfield in Skarðshlíð, 2=Old hayfield at Raufarfell, 3=Drained mire (low fertilization) at Raufarfell, 4=Drained mire (normal fertilization) at Raufarfell, 5=Sandy soil (manure) at Skógasandur, 6=Sandy soil at Skógasandur.



2. mynd. Meðalfjöldi og líffþungi ánamaðka og egghyllkja í túnunum í Hraungerðishreppur. 1=Gamalt tún í Túni, 2=Gamalt tún á Arnarstöðum, 3=Þurr mýri í Túni, 4=Blaut mýri í Túni, 5=Móatún (20 ára) á Stóra-Ármóti, 6=Móatún (2 ára) á Stóra-Ár-móti.

Figure 2. Mean numbers (per m²) and biomass (g dry wt per m²) of earthworms and cocoons in the hayfields in Hraungerðishreppur. 1=Old hayfield at Túni, 2=Old hayfield at Arnarstaðir, 3=Drained mire at Túni, 4=Wet mire at Túni, 5=Silt loam (20 years old) at Stóra-Ármót, 6=Silt loam (2 years old) at Stóra-Ármót.

fundist skýring á hvers vegna svo lítið var um ánamaðka í eldra túninu. Þetta tún hefur gefið góða uppskeru. Túnið var aðallega notað til

beitar síðastliðið sumar. Mest bar á *L. rubellus* (60%) í eldra móatúninu en *A. caliginosa* (69%) í því nýrra.

Í báðum sveitunum var mikið af egghylkjum í túnunum (1. og 2. mynd) og ekki var alltaf mest af þeim þar sem kynþroska ánamaðkar voru flestir. Í báðum sveitunum var mest af egghylkjum frá *L. rubellus* og *D. octaedra* (3. og 4. mynd).

UMRÆÐUR

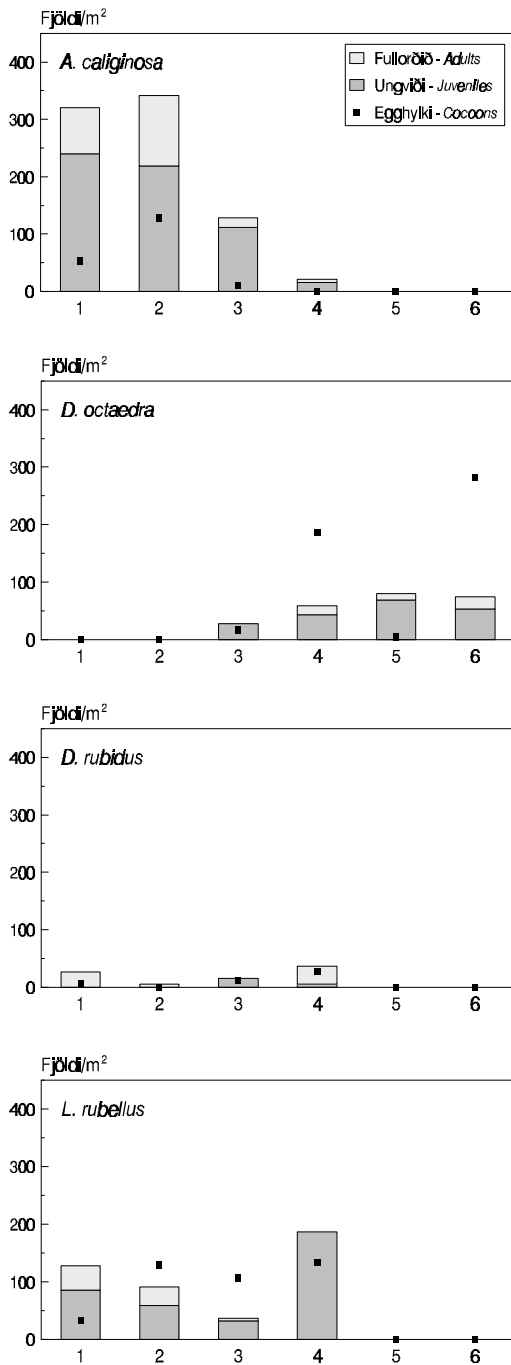
Fjöldi, lífbungi og tegundasamsetning

Við blautsigtun nást ánamaðkar á öllum þroskunarstigum í sigtin, jafnvel nýklaktir ánamaðkar og mjög lítil egghylki (minnsta þvermál egghylkis *D. rubidus* er 1,5 mm (Sims og Gerard, 1985)). Walther og Snider (1984) hafa fundið að með þessari aðferð nást um 99% egghylkja og nýklakinna ánamaðka. Bouché og Gardner (1984) benda á að með þurrsigtun og flæmingu með formalíni eða rafmagni við söfnun á ánamöðkum finnist ekki egghylki. Einnig sé hætta á að með þeim aðferðum verði fjöldi smávaxinna einstaklinga vanmetinn og niðurstöðurnar háðar virkni tegundanna á hverjum tíma. Þetta þarf að hafa í huga þegar niðurstöðurnar eru bornar saman við aðrar rannsóknir.

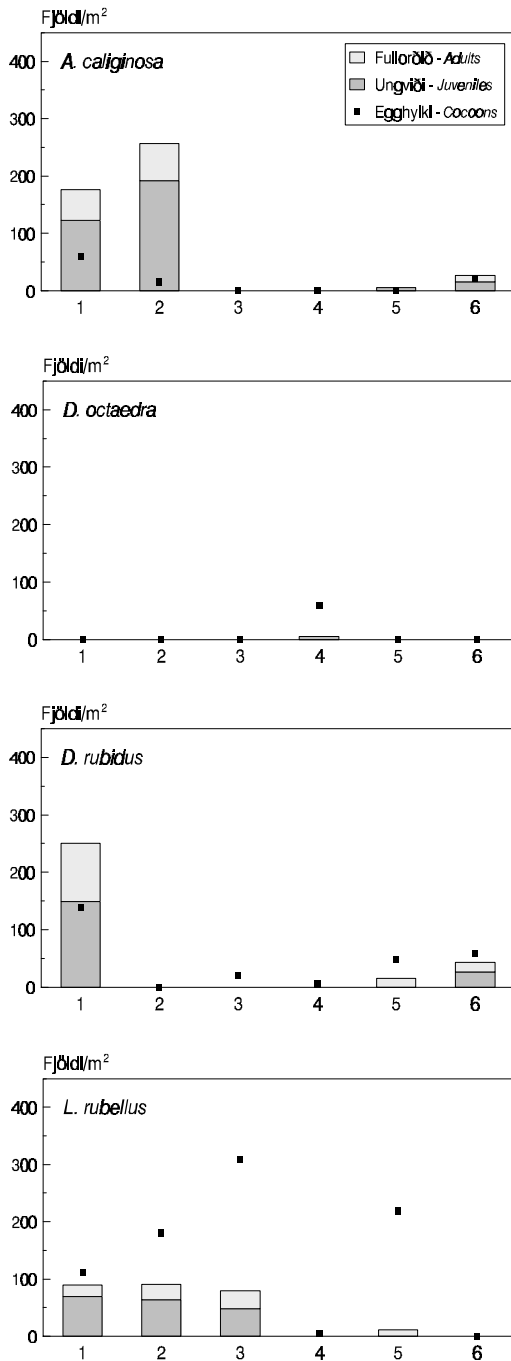
Flestar eldri niðurstöður um fjölda ánamaðka í túnum gáfu svipaðan fjölda og lökustu túnin í þessari rannsókn. Bjarni E. Guðleifsson og Rögnvaldur Ólafsson (1981) fundu 0–30 ánamaðka/m². Bengtson o.fl. (1975)

3. mynd. Meðalfjöldi ánamaðka og egghylkja eftir tegundum í túnum í Austur-Eyjafjallahreppi. 1=Gamalt tún í Skarðshlíð, 2=Gamalt tún á Raufarfelli, 3=Þurr mýri, lítill áburður á Raufarfelli, 4=Þurr mýri á Raufarfelli, 5=Skógasandur, búfjár-áburður, 6=Skógasandur.

Figure 3. Mean numbers (per m²) and biomass (g dry wt per m²) of earthworm species and cocoons in the hayfields in A-Eyjafjallahreppi. 1=Old hayfield in Skarðshlíð, 2=Old hayfield at Raufarfell, 3=Drained mire (low fertilization) at Raufarfell, 4=Drained mire (normal fertilization) at Raufarfell, 5=Sandy soil (manure) at Skógasandur, 6=Sandy soil at Skógasandur.



fundu 4–90 ánamaðka/m² nema í Reykjahlíð fundust 547 ánamaðkar/m² sem er sambærilegt við það sem fannst nú í gömlu túnunum.



Tegundirnar sem fundust í þessari rannsókn hafa allar fundist áður í túnnum hérlendis. Þéttleiki smávöxnu tegundanna *D. rubidus* og *D. octaedra*, sem lifa eingöngu í yfirborði jarðvegs, var ekki mikill. *D. octaedra* var þó ríkjandi við erfið skilyrði eins og í sandtúnunum á Skógasandi og í blauta mýrartúninu þar sem framleiðsla egghyllja er mjög mikil miðað við fjölda fullorðinna dýra. Tegundin fannst ekki í gömlu túnunum og lítið hefur fundist af henni í fyrri rannsóknum. Lítið fannst af *D. rubidus* nema í gamla túninu í Túni þar sem mikið var af henni. Yfirborðs- tegundin *L. rubellus* og *A. caliginosa*, sem lifir dýpra niðri í jarðveginum, voru ríkjandi tegundir í gömlu túnunum í báðum sveitum.

Niðurstöður um fjölda ánamaðka í gömlu túnunum eru sambærilegar við fjölda ánamaðka í túnnum erlendis (Edwards, 1983; Lee, 1985). Ekki er óalgengt að þar finnist 400–500 ánamaðkar/m². Þær tegundir sem fundust hafa í túnnum hér eru smávaxnari en þær tegundir sem algengastar eru í graslendi erlendis en þar eru tegundir eins og *Lumbricus terrestris* L., *Aporrectodea rosea* (Sav.) og *Aporrectodea longa* (Ude) algengastar (Nordström og Rundgren, 1973; Edwards og Lofty, 1977; Cotton og Curry, 1980; Andersen, 1983). Þrátt fyrir svipaðan fjölda er því lífþungi ánamaðka í gömlu túnunum nokkuð minni en í erlendum niðurstöðum en þar er algengt að blautvigt/m² sé 100–200 g (20–40 g þurrvigt). Hérlendis eru stórvaxnar tegundir einkum bundnar við mannabústaði (Back-

4. mynd. Meðalfjöldi ánamaðka og egghyllja eftir tegundum í túnnum í Hraungerðishreppi. 1=Gamalt tún í Túni, 2=Gamalt tún á Arnarstöðum, 3=Þurr mýri í Túni, 4=Blaut mýri í Túni, 5=Móatún (20 ára) á Stóra-Ármóti, 6= Móatún (2 ára) á Stóra-Ármóti.

Figure 3. Mean numbers (per m²) and biomass (g dry wt per m²) of earthworm species and cocoons in the hayfields in Hraungerðishreppur. 1=Old hayfield at Túni, 2=Old hayfield at Arnarstaðir, 3=Drained mire at Túni, 4=Wet mire at Túni, 5=Silt loam (20 years old) at Stóra-Ármót, 6=Silt loam (2 years old) at Stóra-Ármót.

lund, 1949; Bengtson o.fl., 1975) og lítið af þeim í túnnum (Bjarni E. Guðleifsson og Rögnvaldur Ólafsson, 1981) þrátt fyrir að þær séu í gördum í næsta nágrenni (S. Rundgren, munnleg heimild). Í þessari rannsókn voru ekki gerðar athuganir á ánamöðkum við bæjarhús.

Grasfræi var sáð fyrir um 40 árum í Skógasand. Í nágrenninu er fjöldi gamalla frjósamra túna og þar er mikið af ánamöðkum. Á þessum 40 árum hafa tegundir eins og *A. caliginosa* annaðhvort ekki náð að berast í túnin á Skógasandi, sem mynda gróðureyju í auðninni, eða ekki getað þrífist þar. Fjarlægð milli gróðursamfélaga getur hafa takmarkað náttúrulega útbreiðslu ánamaðka.

Í báðum sveitum var mest af egghylkjum frá *L. rubellus* og *D. octaedra*. Viðkoma beggja tegundanna er jafnan mikil (Bouché, 1977) en einnig getur þetta stafað af því að fjöldi egghylkja nær hámarki á mismunandi tíma eftir því hvaða tegund á í hlut. Yfirleitt framleiða evrópskir ánamaðkar egghylki allt árið svo framarlega sem umhverfisþættir eins og fæðuframboð og nærloftslag séu ekki takmarkandi (Edwards og Lofty, 1977). Framleiðsla egghylkja er samt mest að vorlagi og fyrri hluta sumars (Gerard, 1967; Bouché og Gardner, 1984). Fjöldi egghylkja að vori er afrakstur mikillar framleiðslu á þessum árstíma, ásamt egghylkjum sem safnast hafa upp yfir vetrartímann en þá dregur úr fósturþroska vegna lágs hitastigs. Í athugunum á ánamöðkum í Heiðmörk sumarið 1991 varð ekki vart toppa í egghylkjafjölda en geta skal þess að veturinn á undan var mildur og líklegt að framleiðsla egghylkja hafi verið nokkuð stöðug allan veturinn (Hólmfríður Sigurðardóttir, óbirt gögn).

Áburður

Ef borin eru saman tún sem annars vegar hafa fengið venjulegan túnskammt af tilbúnum áburði (gamla túnið í Skarðshlíð, Torfmýrin á Raufarfelli) og hins vegar tún sem hafa fengið lítinn tilbúinn áburð (gamla túnið á Raufarfelli og Stóri-Kollur á Raufarfelli) kemur í ljós að óverulegur munur er á

fjölda ánamaðka í þeim og þá heldur þeim túnnum í vil sem meira var borið á. Hið sama gildir um lífþungann. Sýrustig jarðvegs í báðum sveitum er innan þolmarka ánamaðkategundanna sem fundust í rannsókninni (Bouché, 1972; Andersen o.fl., 1983; Lofs-Holmin, 1986).

Fjöldi, lífþungi og æxlunarhæfni ánamaðka er háð fæðuframboði svo framarlega sem önnur skilyrði í jarðvegi, eins og raki og sýrustig, séu í lagi (Andersen, 1980; Lofs-Holmin, 1983). Samhliða aukinni uppskeru vegna áburðargjafar eykst rótarvöxtur. Ræt-urnar eru ekki fjarlægðar við slátt eða beit og auka því fæðuframboð ánamaðkanna sem geta nýtt sér dauðar rætur (Curry, 1987; Todd o.fl., 1992). Erlendar rannsóknir sýna að til-búinn áburður og búfjáráburður í þeim mæli sem hann er borinn á tún hérlendis hefur jákvæð áhrif á ánamaðka (Zajonc, 1975; Andersen, 1980; Edwards og Lofty, 1982; Standen, 1984) en áhrifin geta verið mismunandi eftir tegundum.

D. rubidus þrífst vel í miklum búfjáráburði (Curry, 1976) og erlendar rannsóknir sýna að *L. rubellus* gegnir mikilvægu hlutverki við niðurbrot á kúadellum (Hendriksen, 1991). Mun meira var af *D. rubidus* í gamla túninu í Túni en hinum gömlu túnunum. Ekki er þó hægt að fullyrða að meiri búfjáráburður sé þar en í hinum gömlu túnunum. *A. caliginosa* þrífst illa á kúamykju sem aðalfæðu en heldur sig oft í námunda við kúadellur (Hendriksen, 1991). *A. caliginosa* þolir, samkvæmt erlendum heimildum, skammta upp að 150 kg N/ha í tilbúnum áburði en fækkar við meiri áburðar-gjöf (Andersen, 1983).

Eina túnið í rannsókninni sem ekki hefur fengið búfjáráburð er stykki nr. 4 á Skógasandi. Ekki var munur á fjölda og lífþunga ánamaðka í því túni og á stykki nr. 3 þar sem borin hefur verið á mykja í þrjú ár. Hins vegar voru mun fleiri egghylki í stykki nr. 4. Ef þessi munur er raunverulegur, eins og virðist vera, gæti hann stafað af sláttumeðferð sumarið 1992. Þá var stykki nr. 4 einslegið en stykki nr. 3 tvíslegið. Ekki er þó ljóst með

hvaða hætti áhrifin geta verið. Til dæmis gæti tvíslátturinn hafa seinkað framleiðslu egghylkja í stykki nr. 3 vegna röskunar á umhverfi fullorðnu ánamaðkanna. Einnig er hugsanlegt að tvíslátturinn hafi flýtt klaki og ungvíðið annað hvort orðið fuglum að bráð eða misfarist af öðrum ástæðum. Rannsóknir sýna að við náttúrulegar aðstæður taka fuglar sinn toll af ánamaðkastofninum (Lee, 1985). Rannsóknir Bengtson o.fl. (1976) og Bengtson og Rundgren (1978) á afráni ánamaðka í túni við Mývatn leiddu í ljós að heiðlóa getur valdið allt að 50% afföllum í ánamaðkastofni í nýslegnu túni þegar ánamaðkarnir eru á eða við yfirborð jarðvegs. Ekki er vitað til þess að fuglar taki egghylki.

Raki

Í óræktuðum mýrum takmarkast útbreiðsla ánamaðka yfirleitt af bleytu, lágu sýrustigi og lélegu fæðuframboði (Standen, 1979). Í Túni í Hraungerðishreppi voru borin saman tvö mýrartún, mismunandi þurr. Eins og vænta mátti var mjög lítið af ánamöðkum í blautara túninu. Bengtson o.fl. (1975) fundu lítið af ánamöðkum í mýrum og þá einkum tegundirnar *D. rubidus* og *D. octaedra*. Í Túni var *D. octaedra* einráð í blauta stykkinu en *L. rubellus* í því þurra. Í mýrartúnunum undir Eyjafjöllum var mun meira af ánamöðkum og þar voru allar fjórar tegundirnar. Sennileg skýring er sú að túnin þar eru bæði vel þurr og landið er í eðli sínu gott ræktunarland. Við meðhöndlun sýna kom í ljós að órotnaðar lífrænar leifar voru mjög áberandi í jarðvegi blauta mýrartúnsins í Túni.

Curry og Cotton (1983) skoðuðu fjölda mýra á Írlandi og komust að því að lítið var af ánamöðkum fyrst eftir að þær voru ræstar fram. Stofnstærðin komst ekki í 100–200 ána-maðka/m² fyrr en eftir 10–20 ár (Curry o.fl., 1989). Einnig kom í ljós að yfirborðstegundir voru mest áberandi fyrstu árin en tegundir eins og *A. caliginosa*, sem lifir niðri í jarðveg-inum, komu síðar. Þá má nefna að Baker (1983) fann um 200 ánamaðka/m² í mýri sem hafði verið ræst fyrir aldamót.

Gæði lífræns efnis sem fæðu handa ánamöðkum eru háð mörgum þáttum, t.d. C/N hlutfalli, innihaldi trefja og sykra, ásamt próteinum og fenólsamböndum (Zicsi og Pobozny, 1977). Bouché (1972) hefur flokkað ánamaðka í tvo hópa eftir því hvaða C/N hlutfall í jarðvegi hentar þeim best. Hann hefur dregið mörk milli hópanna við C/N=13. *A. caliginosa* finnst yfirleitt í jarðvegi þar sem hlutfallið er <13. C/N hlutfallið í efstu 5 cm í túnunum í þessari rannsókn er breytilegt en í báðum sveitum er það ≤13 í gömlu túnunum (1. tafla) þar sem *A. caliginosa* var ríkjandi. Ekki ræður C/N hlutfallið eitt og sér útbreiðslu tegundarinnar, t.d. var töluvert af henni í Torfmýrinni á Raufarfelli þar sem C/N var um 17.

LOKAORÐ

Ástæðurnar fyrir þeim mikla breytileika í tegundasamsetningu og þéttleika ánamaðka milli túna, sem fram kemur í rannsókninni, geta verið margar. Ytri skilyrði hafa áhrif eins og áður hefur komið fram en einnig hitt að dreifingarhæfni ánamaðka er takmörkuð. Langur tími getur því liðið áður en þeir ná að berast í einangruð tún þar sem skilyrði virðast þökkaleg fyrir þá. Vegna þeirra jákvæðu áhrifa sem ánamaðkar hafa á frjósemi jarðvegs og túngróður er ástæða til að gera tilraunir með að flytja þá í tún þar sem lítið er af þeim.

ÞAKKARORÐ

Höfundar færa eftirtöldum aðilum bestu þakkir. Öllum bændum sem veittu aðgang að túnum sínum og starfsmönnum efnagreiningarstofu Rala fyrir skjóta og góða þjónustu. Verkefnið var styrkt af Vísindasjóði.

HEIMILDIR

Andersen, C., 1980. The influence of farmyard manure and slurry on the earthworm population (Lumbricidae) in arable soil. Í: *Soil Biology as Related to Land Use Practices* (ritstj. D.L. Dindal). Proceedings of the 7th International Colloquium in Soil Zoology: 325–335.

- Andersen, C.**, 1983. *Regnormene og os*. Forlaget Ask: 96 s.
- Andersen, C.**, **F. Eiland** & **F. Vinter**, 1983. Økologiske undersøgelser af jordbundens mikroflora og -fauna í dyrkningssystemer med reduceret jordbehandling, vårbyg og efterafgrøde. *Tidsskrift for Planteavl* **87**: 257–296.
- Backlund, H.O.**, 1949. Oligochaeta 1. Lumbricidae. *The Zoology of Iceland* **2(20a)**: 1–50.
- Baker, G.H.**, 1983. The distribution, abundance and species associations of earthworms (Lumbricidae) in Ireland. *Holarctic Ecology* **6**: 74–80.
- Bengtson, S.-A.**, **A. Nielson**, **S. Nordström** & **S. Rundgren**, 1975. Habitat selection of lumbricids in Iceland. *Oikos* **26**: 1–50
- Bengtson, S.-A.**, **A. Nielson**, **S. Nordström** & **S. Rundgren**, 1976. Effect of bird predation on lumbricids populations. *Oikos* **27**: 9–12.
- Bengtson, S.-A.** & **S. Rundgren**, 1978. Selective predation on lumbricids by golden plover *Pulvialis apricaria*. *Oikos* **31**: 164–168.
- Bjarni E. Guðleifsson** & **Rögnvaldur Ólafsson**, 1981. Athugun á ánamöðkum í túnum í Eyjafirði. *Náttúrufræðingurinn* **51**: 105–113.
- Bouché, M.B.**, 1972. *Lombriciens de France – Écologie et Systématique*. Institute National des Recherches Agricoles, Paris: 2–72.
- Bouché, M.B.**, 1977. Strategies lombriciennes. *Ecological Bulletin (Stockholm)* **25**: 122–132.
- Bouché, M.B.** & **R.H. Gardner**, 1984. Earthworm functions. VIII. Population estimation techniques. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* **21**: 37–63.
- Christensen, O.**, **P. Daughjerg**, **J. Hinge**, **J.P. Jensen** & **Hólmafríður Sigurðardóttir**, 1987. Effekten af dyrkningspraksis på regnorme og deres mulige rolle som bioindikatorer. *Tidsskrift for Planteavl* **91**: 15–32.
- Cotton, D.C.F.** & **J.P. Curry**, 1980. The effects of cattle and pig slurry fertilizers on earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae) in grassland managed for silage production. *Pedobiologia* **20**: 181–188.
- Curry, J.P.**, 1976. Some effects of animal manures on earthworms in grassland. *Pedobiologia* **16**: 425–438.
- Curry, J.P.**, 1987. The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. II. Factors affecting the abundance and composition of the fauna. *Grass and Forage Science* **42**: 197–212.
- Curry, J.P.**, **K.E. Boyle** & **E.P. Farrell**, 1989. The invertebrate fauna of reclaimed cutaway peat in central Ireland and its influence on soil fertility and plant growth. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **27**: 217–225.
- Curry, J.P.** & **D.C.F. Cotton**, 1983. Earthworms and land reclamation. Í: *Earthworm Ecology. From Darwin to Vermiculture* (ritstj. J.E. Satchell). Chapman and Hall, London: 215–228.
- Edwards, C.A.**, 1983. Earthworm ecology in cultivated soils. Í: *Earthworm Ecology. From Darwin to Vermiculture* (ritstj. J.E. Satchell). Chapman and Hall, London: 123–137.
- Edwards, C.A.** & **J.R. Lofty**, 1977. *Biology of Earthworms*. 2. útg. Chapman and Hall, London.
- Edwards, C.A.** & **J.R. Lofty**, 1982. Nitrogenous fertilizers and earthworm populations in agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry* **14**: 515–521.
- Edwards, W.M.**, **M.J. Shipitala**, **L.B. Owens**, **L.D. Norton**, 1989. Water and nitrate movement in earthworm burrows within longterm no-till cornfields. *Journal of Soil and Water Conservation* **44**: 240–243.
- Gerard, B.M.**, 1964. Lumbricidae (Annelida) with *Keys and Descriptions*. Synopsis of the British Fauna, 6. Linnean Society, London: 58 s.
- Gerard, B.M.**, 1967. Factors affecting earthworms in pastures. *Journal of Animal Ecology* **36**: 235–252.
- Hendriksen, N.B.**, 1991. Consumption and utilization of dung by detritivorous and geophagous earthworms in a Danish pasture. *Pedobiologia* **35**: 65–70.
- Jóhannes Sigvaldason**, 1973. Um lífið í jarðveginum II. Nokkrar athuganir á dýralífi í reitum áburðartilrauna á Tilraunastöðinni á Akureyri. *Ársrit Ræktunarfélags Norðurlands* **70**: 51–62.
- Kühle, J.C.**, 1983. Die Bedeutung für Regenwürmer als Bioindikatoren – am Beispiel deutscher Weinbergsböden. *Verhandlungen – Gesellschaft für Ökologie* **10**: 115–126.
- Lavelle, P.**, 1988. Earthworm activities and the soil system. *Biology and Fertility of Soils* **6**: 237–251.
- Lee, K.E.**, 1985. *Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use*. Academic Press, Australia: 411 s.
- Lofs-Holmin, A.**, 1983. Earthworm population dynamics in different agricultural rotations. Í:

- Earthworm Ecology. From Darwin to Vermiculture* (ritstj. J.E. Satchell). Chapman and Hall, London: 151–160.
- Lofs-Holmin, A.**, 1986. Occurrence of eleven earthworm species (Lumbricidae) in permanent pastures in relation to soil pH. *Swedish Journal of Agricultural Research* **16**: 161–165.
- Mather, J.G. & O. Christensen**, 1988. Surface movements of earthworms in agricultural land. *Pedobiologia* **32(5/6)**: 399–405.
- Nordström, S. & S. Rundgren**, 1973. Association of lumbricids in southern Sweden. *Pedobiologia* **13**: 301–326.
- Scheu, S.**, 1987. Microbial activity and nutrient dynamics in earthworm casts (Lumbricidae). *Biology and Fertility of Soils* **5**: 230–234.
- Scheu, S.**, 1991. Mucus excretion and carbon turnover of endogeic earthworms. *Biology and Fertility of Soils* **12**: 217–220.
- Sims, R.W. & B.M. Gerard**, 1985. *Earthworms Synopsis of the British Fauna (New Series) 31* (ritstj. D.M. Kermack & R.S.K. Barnes). Linnean Society of London: 171 s.
- Standen, V.**, 1979. Factors affecting the distribution of lumbricids (*Ologichaeta*) in association at peat and mineral sites in northern England. *Oecologia (Berlin)* **42**: 359–374.
- Standen, V.**, 1984. Production and diversity of enchytraeids, earthworms and plants in fertilized hay meadow plots. *Journal of Applied Ecology* **21**: 293–312.
- Stöp-Bowitz, C.**, 1969. A contribution to our knowledge of the systematics and zoogeography of Norwegian earthworms. *Nytt magasin for zoology* **17**: 169–280.
- Todd, T.C., S.W. James & T.R. Seastedt**, 1992. Soil invertebrate and plant responses to mowing and carbofuran application in North American tallgrass prairie. *Plant and Soil* **144**: 117–124.
- Walther, P.B. & R.M. Snider**, 1984. Techniques for sampling earthworms and cocoons from leaf litter, humus and soil. *Pedobiologia* **27**: 293–397.
- Zajonc, I.**, 1975. Variations in meadow associations of earthworms caused by the influence of nitrogen-fertilizers and liquid-manure irrigation. Í: *Progress in Soil Zoology* (ritstj. J. Vanek). Proceedings of the 5th International Colloquium in Soil Zoology: 497–503.
- Zicsi, A. & M. Pobožny**, 1977. Einflub des Zersetzungsverlaufes des Laubstreu auf die Konsumintensität einiger Lumbricidenarten. *Ecological Bulletin (Stockholm)* **25**: 229–239.

Handrit móttakið 4. janúar 1993,
samþykkt 2. mars 1993.