

---

# Dviejų slieko *Eisenia fetida* populiacijų, auginamų nuotėkų dumblo kompostuose, išgyvenimas ir reprodukcija

---

I. Eitminavičiūtė,  
V. Strazdienė,  
N. Darulytė,  
A. Matusėvičiūtė

Ekologijos institutas,  
Akademijos g. 2,  
LT-2600 Vilnius

Atlikti dviejų slieko *E. fetida* populiacijų išgyvenimo ir reprodukcijos tyrimai auginant juos miestų nuotėkų dumblo komposte. Tyrimams buvo pasirinkta Respublikoje natūraliai organinėse sankaupose paplitusi *E. fetida* slieko populiacija ir iš Ukrainos (Ivano-Frankovsko) atvežta bei sliekininkystės ūkiuose auginama *E. fetida* „californica“ populiacija. Nustatyta šių populiacijų kokonų ir jauniklių reprodukcija bei biomasė. Išaiškinta, kad *E. fetida* „californica“ 2 kartus daugiau reprodukuoja jauniklių nei *E. fetida*.

Išaiškintos galimybės auginti ir veisti *E. fetida* „californica“ įvairiuose nuotėkų dumblo kompostuose.

**Raktažodžiai:** *E. fetida*, *E. fetida* „californica“, kokonai, jaunikliai, biomasė, nuotėkų dumblas, kompostas

---

## ĮVADAS

Daug nuotėkų dumblo kaupiasi žemės ūkio fermų, įvairių gamyklų (popieriaus, cukraus, plastmasės ir kt.) miestų nuotėkų valymo įrenginiuose. Europos Sąjungos šalyse jo kiekis siekė 10<sup>7</sup> t [11]. Daugeliu atvejų, ypač žemės ūkio fermų bei miestų nuotėkų dumblyje yra sukaupta daug organinių medžiagų ir biogeninių elementų. Dumblas gali būti naudojamas dirvožemiams tręšti bei sunaikintoms žemėms rekultivuoti. Trąšos galėtų būti kokybiškesnės, jei dumblas būtų kompostuojamas, ypač sliėkų pagalba paverčiamas kokybiška, ekologine trąša vermikompostu.

Vermikompostams gaminti plačiausiai naudojami *Eisenia fetida* ir *Eisenia andrei* rūšies sliėkai, kurie savo morfologinėmis savybėmis labai panašūs ir sunkiai atskiriami. *E. andrei* (Bouche, 1972) yra vienos spalvos pigmentuotas, o *E. fetida* (Savigny, 1826) – dryžuotas [3; 15]. T. Vsevolodova-Perel (1997) aprašydama *E. fetida*, nurodo, kad šios rūšies sliėkų kūnas yra pigmentuotas rausvais dryžiais, tačiau gali būti ištisai rausvai pigmentuotas ir visas kūnas. *E. fetida* priklauso vienai iš nedaugelio sliėkų rūšių, kurios gali būti naudojamos selekcijai [15].

1959 metais Kalifornijoje (JAV) buvo pradėti *E. fetida* selekcijos tyrimai ir išvesta pramoninė linija *E. fetida* „californica“. Aprašytas jos produktyvumas, auginimo sąlygos [25; 26].

Rusijoje [27] buvo surinkti 16-kos *E. fetida* populiacijų atstovai iš įvairių regionų ir atlikti laboratoriniai tyrimai. Viena populiacija buvo atvežta iš

Ivano-Frankovsko – tai vadinamasis „raudonasis kaliforninis“ sliėkas. Šie sliėkai į Ukrainą buvo atvežti iš Lenkijos.

Lietuvoje plėtojant ekologinę žemdirbystę kai kurie individualūs ūkiai užsiima sliekininkyste ir veisia *E. fetida* „californica“. Šie sliėkai atvežti į Lietuvą iš Ukrainos – iš Ivano-Frankovsko. Tačiau specialių tyrimų apie jų išgyvenimą ir produktyvumą auginant juos skirtinguose substratuose Lietuvoje, išskyrus O. Atlavinytės (1989) ir E. Abraitytės, V. Rūsio (1993) praktinius metodinius aprašymus, nėra.

*E. fetida* yra plačiai naudojama ne tik gaminant vermikompostus iš mėšlo bei įvairių organinių atliekų, bet ir panaudojant kompostams įvairių nuotėkų – ir miestų, dumblą [4; 6; 8; 9; 13; 14; 19].

Sliėkų auginimas nuotėkų dumblyje yra susijęs su jų sugebėjimu išgyventi toksiškoje jiems aplinkoje, kuri susidaro dėl gana didelių sunkiųjų metalų kiekių [5; 20; 22; 23]. Jie sugeba savo kūnuose akumuluoti sunkiuosius metalus, todėl naudojami kaip bioindikatoriai substrato toksiškumui nustatyti [7; 17].

Nors yra gana gausiai šiuo klausimu literatūros, iki šiol nevisiškai aišku, kokios ir kokių sunkiųjų metalų dozės yra sliėkams letalinės ir kokios stabdo jų augimą ir reprodukciją.

Todėl mūsų darbo tikslas buvo ištirti ir palyginti natūraliai paplitusių kompostuose *E. fetida* ir atvežto iš Ukrainos *E. fetida* „californica“ sliėkų išgyvenimą ir reprodukciją, auginant juos miestų nuotėkų dumblyje, turinčių skirtingas sunkiųjų metalų koncentracijas, kompostuose.

**MEDŽIAGA IR METODIKA**

Tyrimai buvo atliekami laboratorinėmis sąlygomis. Tirta *E. fetida* ir *E. fetida „californica“* populiacijų reprodukcija ir biomasė, auginant juos vienoduose substratuose, pagamintuose iš nuotėkų dumblo (4 kg), medžio pjuvenų (1 kg) ir augalų liekanų (1 kg). Bandymo įrūša 2 variantai po 5 pakartojimus (1 pav.). Į kiekvieną indelį buvo įdėta po 260 g paruošto substrato mišinio ir įleista po 3 subrendusius sliekus. Sliekai buvo tikrinami kas 1–2 savaites. Buvo skaičiuojami suaugę individai, kokonai ir iš jų išsiritę jauni sliekai. Tyrimo metu buvo matuojama kambario ir substrato temperatūra (1 lentelė). Substratas buvo pastoviai drėkinamas 10–20 ml vandens, truputį papildant maisto (apipuvusiomis augalų liekanomis). Bandymo trukmė 1994 11 11 – 1995 05 22.

Siekiant išaiškinti *E. fetida „californica“* išgyvenimo sąlygas skir-

1 lentelė. Temperatūrų svyravimai sliekų *Eisenia fetida* ir *Eisenia fetida „californica“* augimo metu  
Table 1. The fluctuation of temperatures during the growth of *Eisenia fetida „californica“* earthworms

Data	Savaitė	Temperatūra °C		
		Kambario	Substrato su <i>E. fetida</i>	Substrato su <i>E. fetida „californica“</i>
1994 11 18	1	16		
1994 11 25	2	18	16	17
1994 12 02	3	15	15	15
1994 12 09	4	14	14	14
1994 12 16	5	13	13	13
1994 12 21	6	9	9	10
1994 12 30	7	17	17	17
1995 01 16	9	16,5	16	16
1995 01 20	10	17	16	16
1995 01 27	11	17	17	17
1995 02 10	13	18	16	16
1995 02 24	15	19	18	18
1995 03 10	17	18	17	17
1995 03 24	19	15,5	15	15
1995 04 06	21	17	16,5	16,5
1995 04 21	23	17,5	15,5	15,5
1995 05 05	25	16	15	15
1995 05 22	27	19,5	19	19

1 bandymas (1994 11 11–1995 05 22)

260 g substrato, gauto sumaišius 4 kg dumblo, 1 kg medžio pjuvenų, 1 kg augalinių liekanų (kopūstai) + <i>Eisenia fetida</i>  260 g substrato, gauto sumaišius 4 kg dumblo, 1 kg medžio pjuvenų, 1 kg augalinių liekanų (kopūstai) + <i>Eisenia fetida „californica“</i>	Pakartojimai				
	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

2 bandymas (2000 06 27–2000 10 04)

<b>I variantas</b> <b>1 metų mėšlas (2 kg) + medžio pjuvenos (0,5 kg) + senas kompostas (1 kg) + augalinės liekanos (0,5 kg) + <i>Eisenia fetida „californica“</i></b>  <b>II variantas</b> <b>1 metų dumblas (2 kg) + medžio pjuvenos (0,5 kg) + senas kompostas (1 kg) + augalinės liekanos (0,5 kg) + <i>Eisenia fetida „californica“</i></b>  <b>III variantas</b> <b>šviežias dumblas (2 kg) + medžio pjuvenos (0,5 kg) + senas kompostas (1 kg) + augalinės liekanos (0,5 kg) + <i>Eisenia fetida „californica“</i></b>	Pakartojimai		
	(100)	(100)	(100)
	(100)	(100)	(100)
	(100)	(100)	(100)

1 pav. Tyrimų schema  
Fig. 1. Scheme of research

tinguose dumblo kompostuose, buvo atliktas antras eksperimentas. Bandyto įruošta 3 variantai: 1) kompostas su 1 metų galvijų mėšlu; 2) kompostas su 1 metų aktyviu pertekliniu nuotėkų dumbliu; 3) kompostas su šviežiu aktyviu pertekliniu nuotėkų dumbliu. Kiekvieno varianto buvo 3 pakartojimai (1 pav.). Į kiekvieną indą su substratu (4 kg) buvo suleista po 100 sliekų *E. fetida* „californica“. Bandyto trukmė 2000 06 27 – 10 04.

Tyrimai buvo atliekami kas 1 ir 2 savaites.

**REZULTATAI**

***Eisenia fetida* ir *Eisenia fetida* „californica“ reprodukcija**

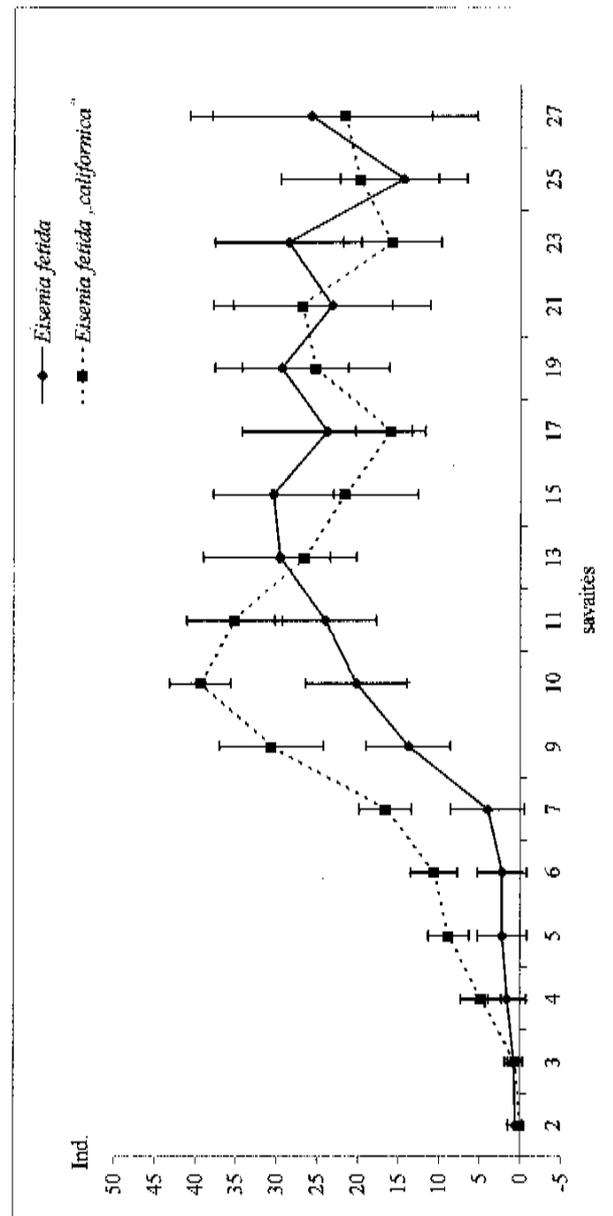
Pirmieji *E. fetida* kokonai buvo rasti praėjus 2 savaitėms nuo bandymo pradžios, o *E. fetida* „californica“ – po 3 savaičių (2, 3 lentelės). Iki 7 savaičių abiejų populiacijų sliekai kokonų produkavo nedaug, nors *E. fetida* „californica“ pasižymėjo gausesne kokonų produkcija. Temperatūra substratuose tuo metu svyravo 14–17°C ribose (1 lentelė). Buvo žiemos periodas – lapkričio–gruodžio mėn. Kokonų skaičius pradėjo didėti nuo 9 savaitės (2 pav.). Ypač tai išryškėjo *E. fetida* „californica“ populiacijoje, kai kokonų gausumas po 10 savaičių pasiekė maksimumą – vid. 39,4 kokono. Po to šioje populiacijoje pastebėtas ryškus kokonų reprodukcijos sumažėjimas net iki 16 kokonų (17-oji savaitė, t. y. kovo 10 d.). Vėliau, iki bandymo pabaigos (27 savaičių), kokonų reprodukcija *E. fetida* „californica“ populiacijoje svyravo vidutiniškai 20–25 kokonai. *E. fetida* kokonų reprodukcijos maksimumas buvo pasiektas tik 15-ąją savaitę – vid. 30,4 kokono. Vėliau, iki bandymo pabaigos, jų skaičius svyravo 23–29 kokonai, išskyrus 25-ąją savaitę, kai jų buvo rasta gerokai mažiau – vidutiniškai 14,4 kokono. Viename indelyje buvo rasta tik 4 kokonai, kurie ir sumažino bendrą skaičiaus vidurkį.

Kokonų produkavimo pradžia priklauso nuo sliekų amžiaus. Literatūroje nurodoma, kad sliekų lytinis subrendimas susijęs su maistu. *Eisenia andrei*, augintas skirtinguose dumblo kompostuose, priklausomai nuo substrato lytiškai subrendo per 2–8 savaites. Greičiausiai išsivystė balneliai dumblo ir ažuolų lapų substrate (santykis 4:1), o vėliausiai, po 8 savaičių, dumblo ir pušų žievės (3:1) mišiniuose [11]. Kokonų produkavimo maksimumas pastebėtas esant sliekams 60–80 dienų amžiaus [14]. Mūsų tyrime sunku tai nusakyti, nes subrendusių ir bandymui panaudotų sliekų amžius nebuvo žinomas. Buvo atrinkti sliekai su balneliais. Todėl mes negalime pasakyti, kokio amžiaus būdami mūsų sliekai pradėjo produkuoti kokonus. Aišku tik tai, kad *E. fetida* pirmieji

Pakar- tojimai	Data																	
	1994 metai							1995 metai										
	11 18 1 sav.	11 25 2 sav.	12 02 3 sav.	12 09 4 sav.	12 06 5 sav.	12 21 6 sav.	12 30 7 sav.	01 16 9 sav.	01 20 10 sav.	01 27 11 sav.	02 10 13 sav.	02 24 15 sav.	03 10 17 sav.	03 24 19 sav.	04 06 21 sav.	04 21 23 sav.	05 05 25 sav.	05 22 27 sav.
1	0	0	0	0	0	0	0	15	23	27	34	29	15	24	18	21	4	6
2	0	1	2	3	5	6	6	21	29	31	34	29	19	29	16	26	25	31
3	0	2	2	5	6	11	15	16	16	16	14	20	18	19	11	24	18	32
4	0	0	0	0	0	1	7	13	13	19	28	34	26	37	30	28	11	16
5	0	0	0	0	0	2	11	20	20	27	38	40	41	38	41	44	14	44
Σ	0	3	4	8	11	20	69	101	120	120	148	152	119	147	116	143	72	129
$\bar{x}$	0,6 ± 0,89	0,8 ± 1,10	1,6 ± 2,30	2,2 ± 3,03	2,2 ± 3,03	4,0 ± 4,53	13,8 ± 5,22	20,2 ± 6,22	24,0 ± 6,24	29,6 ± 9,42	30,4 ± 7,37	29,4 ± 8,20	23,8 ± 10,43	29,4 ± 8,20	23,2 ± 12,15	28,6 ± 8,99	14,4 ± 7,83	25,8 ± 14,87

3 lentelė. Sliekų *Eisenia fetida* „californica“ kokonų skaičiaus dinamika  
Table 3. Dynamics of the number of *Eisenia fetida* „californica“ cocoons

Pakar- tojimai	Data																	
	1994 metai							1995 metai										
	11 18 1 sav.	11 25 2 sav.	12 02 3 sav.	12 09 4 sav.	12 06 5 sav.	12 21 6 sav.	12 30 7 sav.	01 16 9 sav.	01 20 10 sav.	01 27 11 sav.	02 10 13 sav.	02 24 15 sav.	03 10 17 sav.	03 24 19 sav.	04 06 21 sav.	04 21 23 sav.	05 05 25 sav.	05 22 27 sav.
1	0	0	0	3	9	9	14	34	40	43	31	37	22	32	37	18	31	42
2	0	0	0	3	9	10	17	30	41	31	27	16	16	38	7	16	1	
3	0	0	1	7	9	13	22	39	43	38	28	22	11	37	18	7	20	
4	0	0	0	3	5	7	15	28	40	36	23	16	13	23	21	23	33	
5	0	0	2	8	12	14	15	22	33	28	24	17	18	12	13	17	12	
Σ	0	0	3	24	44	53	83	153	197	176	133	108	80	126	79	99	108	
$\bar{x}$			$0,6 \pm 0,89$	$4,8 \pm 2,49$	$8,8 \pm 2,49$	$10,6 \pm 2,88$	$16,6 \pm 3,21$	$30,6 \pm 6,39$	$39,4 \pm 3,78$	$35,2 \pm 5,89$	$26,6 \pm 3,21$	$21,6 \pm 8,96$	$16 \pm 4,30$	$25,2 \pm 9,04$	$15,8 \pm 6,06$	$19,8 \pm 9,73$	$21,6 \pm 16,32$	



2 pav. Sliekų *Eisenia fetida* ir *Eisenia fetida* „californica“ kokonų skaičiaus dinamika  
Fig. 2. Dynamics of the number of *Eisenia fetida* and *Eisenia fetida* „californica“ cocoons

kokonai pasirodė po 14 dienų, t. y. po 2 savaitių, o *E. fetida* „californica“ – po 20 dienų, t. y. po 3 savaitių. Galbūt šis skirtumas buvo dėl nevienodo šių populiacijų sliekų amžiaus. O. Graffas (1978), auginamas *E. fetida* 25°C kambario temperatūroje, pirmus kokonus pastebėjo po 17 dienų. O. Kodolova ir kt. (1993), tirdami 16 *E. fetida* populiacijų, nurodo, kad kokonų maksimumas buvo pasiektas 4-ąją – 8-ąją savaitę, o ryškus sumažėjimas pastebėtas po 10 savaitių. Mūsų tirtose populiacijose kokonų maksimumas buvo pasiektas vėliau – *E. fetida* „californica“ po 10, o *E. fetida* – po 15 savaitių.

*E. fetida* kokonų reprodukcijai didelę reikšmę turi temperatūra ir drėgmė. Kai substrato temperatūra 25°C, 20 sliekų išskyrė 194 kokonus, 20°C – 130; 15°C – 49; 10°C – tik 9 kokonus [21]. Mūsų tyrime substrato temperatūra svyravo nuo 9 iki 19°C (vid. 15,5–15,7°C). Galbūt dėl šios priežasties mūsų bandyme kokonų reprodukcijos maksimumas buvo pasiektas vėliau, ypač *E. fetida* populiacijoje.

Lygindami mūsų tirtų sliekų populiacijų kokonų reprodukciją, galime teigti, kad nors *E. fetida „californica“* per 11 savaičių gausiau reprodukavo kokonus, po 13 savaičių kokonų reprodukcija abiejose populiacijose buvo panaši ir patikimo skirtumo tarp jų skaičiaus nebuvo.

*E. fetida* populiacijoje pirmieji 4-ąją savaitę iš kokonų išsiritę jauni sliekiukai (4 lentelė), o *E. fetida „californica“* – tik 9-ąją savaitę (5 lentelė). Nepaisant to, jaunų sliekiukų gausumas *E. fetida „californica“* populiacijoje buvo gerokai didesnis ir pralenkė *E. fetida* populiaciją 1,5 karto (3 pav.). Atskiruose indeliuose iš trijų *E. fetida „californica“* sliekų 27 savaites jaunų sliekų skaičius svyravo nuo 103 iki 289 individų (vid. 187). Tuo tarpu *E. fetida* populiacijoje tuo metu jų prisidaugino nuo 50 iki 177 (vid. 118). Šiuo atveju galima teigti, kad per 27 savaites, arba apytikriai per pusę metų, mūsų eksperimento metu vienas *E. fetida* sliekas reprodukavo 39, o *E. fetida „californica“* – 62 sliekus.

Autoriai, tyrę *E. fetida* kokonus, teigia, kad kokone vidutiniškai būna 2–7 gemalai, o kai kuriose linijose iki 10. *E. fetida „californica“* kokone optimaliomis vystymosi sąlygomis gali būti 2–20 embrionų [10]. Rusijoje tirtų *E. fetida* populiacijų kokonuose embrionų skaičius buvo nuo 1 iki 8 (vid. 3,4). *E. fetida „californica“* populiacijos kokone vidutiniškai buvo 2,9 embriono [27]. Tačiau šios autorės pažymi, kad gamtinėse *E. fetida* populiacijose, kuriose vidutiniškas gemalų skaičius kokone yra 3,4, jų išgyvenimas ne didesnis kaip 47%, o kultūrinėse populiacijose embrionų skaičius kokone gali sumažėti iki 2,0, tačiau jų išgyvenimas būna šimtaprocentinis. Kai kurie autoriai teigia, kad geriausiai iš kokonų išsiritę jauni sliekiukai esant 20°C temperatūrai (vid. 3,1 ind. iš kokono). Aukštesnėje temperatūroje (25°C) iš kokonų išsiritusių sliekiukų skaičius sumažėjo iki 2,7 [21].

Mūsų tyrimo rezultatai rodo, kad sliekų gimstamumas bandymo metu pastoviai didėjo ir skirtumas tarp populiacijų ilgainiui ryškėjo. Iki 11 savaičių tarp jaunų sliekiukų gimstamumo abiejose populiacijose skirtumas buvo labai mažas, o nuo 11 savaitės *E. fetida „californica“* populiacijoje jaunų sliekų atsirado 14,6 karto daugiau nei *E. fetida* populiacijoje. Teigti, kad tai nulėmė substrato temperatūra, sunku, nors temperatūra substrate šiuo laikotarpiu svyravo tik 15–19°C intervale, o tuo tarpu bandymo pradžio-

Pakartojimai	Data																	
	1994 metai							1995 metai										
	11 18 1 sav.	11 25 2 sav.	12 02 3 sav.	12 09 4 sav.	12 06 5 sav.	12 21 6 sav.	12 30 7 sav.	01 16 9 sav.	01 20 10 sav.	01 27 11 sav.	02 10 13 sav.	02 24 15 sav.	03 10 17 sav.	03 24 19 sav.	04 06 21 sav.	04 21 23 sav.	05 05 25 sav.	05 22 27 sav.
2	0	0	0	0	0	0	0	2	5	6	39	69	93	97	100	107	108	126
3	0	0	0	2	2	2	3	4	4	7	25	30	42	54	60	58	70	127
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	31	66	75	106	114	111	109
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	30	44	49	49	48	50
Σ	0	0	0	2	2	2	5	9	14	14	96	237	374	413	506	512	491	589
$\bar{x}$			0	0,4 ± 0,89	0,4 ± 0,89	0,4 ± 0,89	1,0 ± 1,41	1,8 ± 2,49	2,8 ± 3,42	19,2 ± 14,22	47,4 ± 31,33	82,6 ± 45,12	74,8 ± 45,12	82,6 ± 44,53	101,2 ± 59,12	102,4 ± 53,94	98,2 ± 40,89	117,8 ± 45,64



*E. fetida* „californica“, yra gana produktyvi ir gali būti naudojama kompostų gamybai.

#### *Eisenia fetida* ir *Eisenia fetida* „californica“ biomasė

Sliekai pagal dydį buvo suskirstyti į 4 grupes: 1) ką tik išsiritę iš kokonų, kurių svoris svyravo nuo 0,16 iki 0,45 mg; 2) iki balnelių užuomazgų – 0,55–1,97; 3) bręstantys, t. y. su balnelio užuomazga 0,84–5,0; ir 4) subrendę – 5,5–11,0 mg (6 lentelė). Visų grupių sliekų biomasė abiejose populiacijose skyrėsi. *E. fetida* populiacijoje visi sliekai buvo didesni negu *E. fetida* „californica“.

O. Graffas (1978) nurodo, kad iš kokono išsiritusio *E. fetida* jauniklio svoris yra 0,3 mg. Mūsų duomenimis (6 lentelė), *E. fetida* tik išsiritusių iš kokonų jauniklių svoris svyravo 0,22–0,45 mg ribose (vid. 0,35), o *E. fetida* „californica“ – 0,16–0,35 mg (vid. 0,25). Todėl mūsų tirtos populiacijos duomenys sutampa su literatūroje nurodomais *E. fetida* popu-

liacijų jaunų individų biomasės duomenimis. Kai kurie autoriai teigia, kad mažesę biomasę kompensuoja didesnis palikuonių skaičius [5].

#### *Eisenia fetida* „californica“ išgyvenimas ir reprodukcija skirtinguose dumblo kompostuose

Tyrimams paruošti dumblo ir organikos mišiniai skyrėsi sunkiųjų metalų kiekiu (7 lentelė). Didžiausias sunkiųjų metalų kiekis bandymo pradžioje buvo II variante, kur buvo įneštas 1 metus išlaikytas nuotėkų dumbblas. Po 3 mėn. šiame variante beveik visų metalų kiekiai buvo sumažėję. Variante su šviežiu dumblu (III), nors buvo įnešti mažesni sunkiųjų metalų kiekiai, bandymo pabaigoje jų buvo rasta daugiau. Matyt, intensyviai skaidantis dumble esančiai organikai, sunkiųjų metalų koncentracija didėja (7 lentelė).

Suleistų į paruoštus mišinius sliekų dalis žuvo, dalis iššliaužė. Po dviejų savaičių nė viename variante nebuvo rasta 100 sliekų (8 lentelė). Daugiau-

6 lentelė. Sliekų <i>Eisenia fetida</i> ir <i>Eisenia fetida</i> „californica“ skirtingų dydžių biomasė					
Table 6. Biomass of <i>Eisenia fetida</i> and <i>Eisenia fetida</i> „californica“ earthworms of different sizes					
Rūšis	Pakartojimas	Biomasė mg			
		tik išsiritę iš kokonų	iki balnelių užuomazgų	su balnelių užuomazgomis	subrendę
<i>Eisenia fetida</i>	1	0,36	0,64	5,00	11,00
	2	0,38	0,70	1,87	8,33
	3	0,22	1,34	3,54	6,50
	4	0,45	1,49	3,00	10,00
	5	0,35	1,97	3,45	7,33
	$\bar{x}$	0,35	1,22	4,95	8,63
<i>Eisenia fetida</i> „californica“	1	0,16	0,58	1,29	9,00
	2	0,36	1,20	0,84	8,00
	3	0,21	0,55	3,00	11,00
	4	0,22	0,91	2,31	5,50
	5	0,32	0,58	1,86	6,50
	$\bar{x}$	0,25	0,76	1,86	8,00

7 lentelė. Sunkiųjų metalų kiekis (mg/kg) skirtinguose komposto variantuose					
Table 7. The amount of heavy metals (mg/kg) in different variants of compost					
Metalas	I variantas (1 metų mėšlas)	II variantas (1 metų dumbblas)		III variantas (šviežias dumblo mišinys)	
		tyrimo pradžioje	tyrimo pabaigoje	tyrimo pradžioje	tyrimopabaigoje
Cu	23	223,3	200	99,95	155
Pb	–	17,5	5	11	13
Zn	325	781,3	600	366,3	650
Mn	180	545	365	238,4	225
Co	1,2	12,8	10	7,1	9
Ni	8	76,5	85	31,6	40
Cr	8	127	65	30,8	20
Cd	1,4	5,4	4,5	4,7	10
Fe	1550	8387,5	8500	3843,8	2600
Sr	32,5	14,9	17,5	15,6	22,5

8 lentelė. Sliekų *Eisenia fetida* „californica“ gausumas vidutiniškai 1 inde 3 mėnesių laikotarpiu skirtinguose dumblo kompostuoseTable 8. Average abundance of *Eisenia fetida* “californica” earthworms per cup in different variants of sludge in the period of 3 months

Data	Savaitė	Suaugę			Kokonai			Jauni		
		komposto variantai								
		I var.	II	III	I	II	III	I	II	III
06 27–29	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0
07 17	2	80	90	74	138	102	41	47	28	18
07 31	4	85	86	83	191	78	236	59	28	16
08 14	6	110	99	90	229	186	326	90	48	261
08 28	8	98	97	87	88	97	352	110	63	511
09 15	10	64	105	54	66	78	74	96	116	455
10 04	12	49	78	52	83	45	283	102	142	507

sia jų sumažėjo III variante, kuris buvo paruoštas su šviežiu dumblu, – buvo rasti tik 74 sliekai. Geriausiai išsilaikė suaugę sliekai II variante (su 1 metų dumblu) – trūko tik 10 sliekų. Per visą tyrimo laiką šiame variante suaugusių sliekų buvo randama daugiausia.

Literatūroje nurodoma, kad sliekai, norėdami išvengti stipriai užteršto sunkiaisiais metalais substrato, stengiasi jį palikti arba pasitraukia į švaresnę aplinką. Be to, didesnės sunkiųjų metalų koncentracijos stabdo *E. fetida* augimą. Kompensuodama augimo mažėjimą, *E. fetida* didina reprodukcijos procesą [5; 18].

Po dviejų savaičių visuose bandymo variantuose buvo gausiai rasta kokonų (8 lentelė). Mažiausiai jų buvo III variante su šviežiu dumblu. Po 4 savaičių kokonų šiame variante buvo gausiausia ir toli pralenkė pirmuosius du variantus (4 pav.). Kokonų maksimumas I ir II variantuose buvo pasiektas šeštą savaitę, o vėliau jų labai sumažėjo. Tuo tarpu III variante daugiausia jų buvo po 8 savaičių – 352 kokonai. Po 10 savaičių visuose variantuose kokonų skaičius buvo panašus – 66–78 kokonai.

Tik išsiritę iš kokonų sliekai pastebėti po 2 savaičių. I variante jų buvo daugiau nei II ir III. Tačiau po 6 savaičių III variante jaunų sliekų buvo 3 kartus daugiau nei I ir 5,4 karto daugiau nei II variante. Jaunų sliekų gausumas, be abejonės, priklausė nuo kokonų skaičiaus. Kaip matome, III variante susidarė palankesnės sąlygos sliekams daugintis nei kituose dviejuose variantuose.

Po trijų kompostavimo mėnesių atlikus agrocheminę analizę, paaiškėjo, kad komposto reakcija (pH) yra artima neutraliai (9 lentelė), C/N santykis II ir III variantuose labai panašus: 12,2 ir 12,9 (šiek tiek platesnis III variante). Drėgmė svyravo tarp 63,5 ir 66,5%.

Kai kurie autoriai nurodo, kad *E. fetida* išgyvenimui turi didelę reikšmę drėgmė ir temperatūra. O. Atlavinytė [2] teigia, kad substrato drėgmė turi būti ne mažesnė kaip 65–80%. V. I. Gitilis ir I. A. Melnik [25] pažymi, kad substrato drėgmė turi būti 80–90%. Esant žemesnei drėgmei, užtrunka jauniklių išsiritimas iš kokonų.

Taigi matome, kad mūsų bandyme substrato fizinės ir cheminės sąlygos nebuvo nukrypusios nuo literatūroje nurodomų reikalavimų, o sliekų išgyvenimui ir jų reprodukcijai sunkiųjų metalų kiekiai, įnešti su dumblu į kompostą, nebuvo toksiški.

Sliekų biomasė po 3 mėnesių kompostavimo (pav. 1) pasvėrus po 100 ind. suaugusių sliekų) gerokai skyrėsi: I variante jie svėrė 22,36; II – 30,34 ir III – 26,78 g. Mitybos sąlygos, matyt, geriausios buvo II variante, tačiau kokonų ir jauniklių reprodukcija didžiausia buvo III variante.

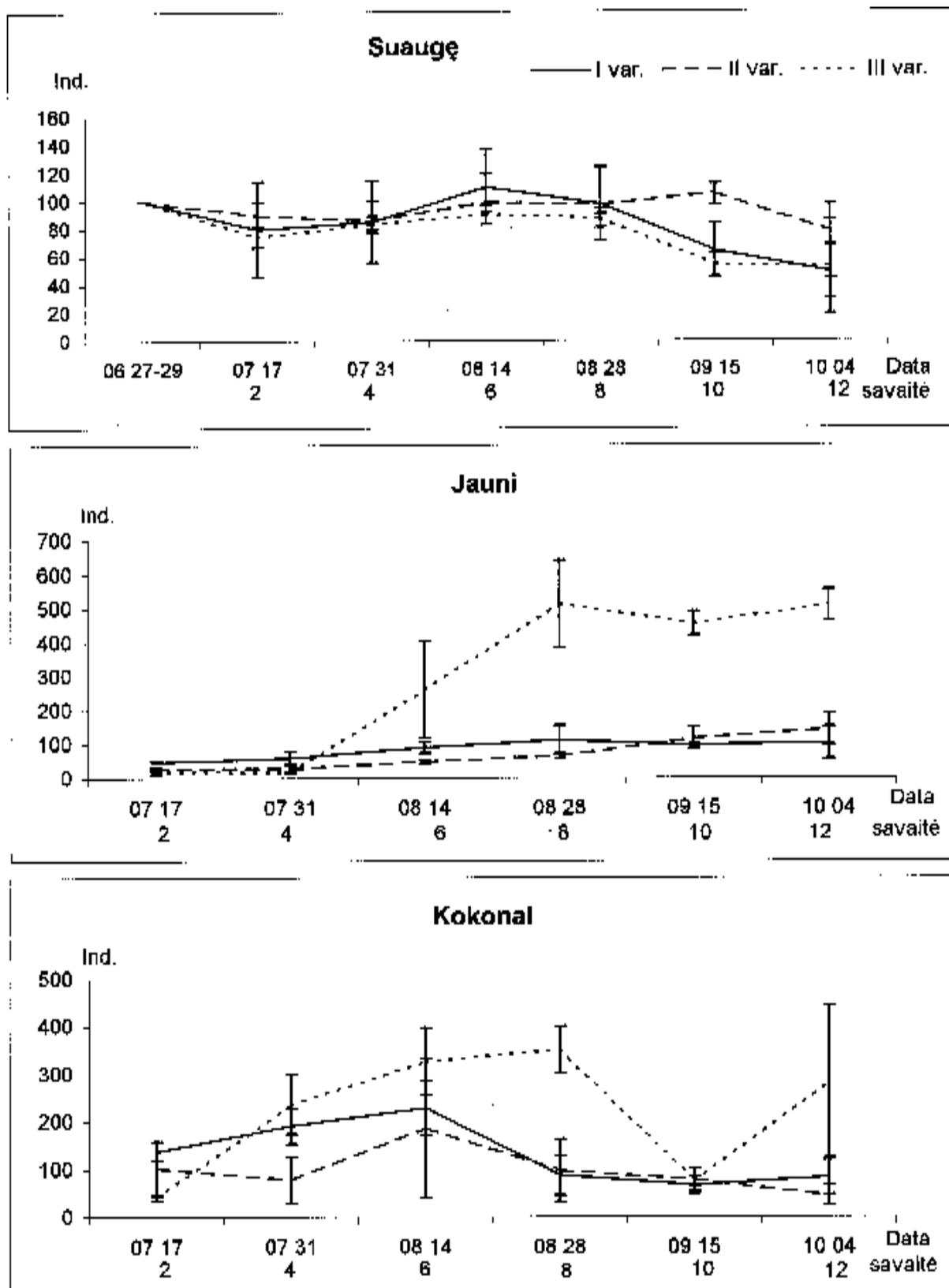
Vertinant 3 mėnesių dumblo komposto toksiškumą, buvo atliktas sėklų (ridikėlių) daigumo testas (10 lentelė). Bandymo rezultatai rodo, kad geriausiai po 72 valandų sudygo sėklos I variante su mėšlu – 100%. 93,3% daigumas buvo II variante su senu dumblu ir 86,7% variante – su šviežiu dumblu (III).

Sliekų panaudojimas dumblo kompostavimo procesams intensyvinti parodė, kad po 3 kompostavimo mėnesių visos augalų liekanos yra galutinai suskaidytos, o sunkiai yrančių pjuvenų lieka tik smulkūs

9 lentelė. Dumblo komposto, pagaminto panaudojus sliekus, agrocheminiai-fizikiniai rodikliai po 3 kompostavimo mėnesių

Table 9. Agrochemical-physical indices of the sludge compost produced applying earthworms after 3 months of compostation

Rodiklis	I variantas (1 metų mėšlas)	II variantas (1 metų dumblas)	III variantas (šviežias dumblo mišinys)
C/N	15,8	12,2	12,9
C %	25,97	24,76	26,88
N %	1,645	2,022	2,086
pHKCl	7,7	7,1	6,9
Drėgmė %	64,90 ± 3,50	63,57 ± 0,83	66,50 ± 1,30



4 pav. Sliėkų *Eisenia foetida* „californica“ atskirų vystymosi stadijų dinamika skirtinguose kompostų variantuose  
 Fig. 4. Dynamics of different stages of development of *Eisenia foetida* „californica“ in different variants of compost

gabaliėliai ir sudaro apie 25% substrato. Vilniaus miesto nuotėkų dumble esanti sunkiųjų metalų koncentracija 3 mėnesius nestabdė sliėkų dauginimosi.

Dumblo kompostas po 3 kompostavimo mėnesių su sliėkais buvo vientisos struktūros, purus, juodas ir bekvapis.

10 lentelė. **Ridikėlių sėklų dygimas skirtingų komposto variantų ištraukose**  
Table 10. **Sprouting of radish seeds in extracts of different variants of compost**

Variantas	Trukmė val.	Sudygo			Pasėta	Iš viso sudygo	Vidurkis %
		lėkštelės					
		1	2	3			
Vanduo (kontrolė)	24	2	4	2	15	8	53,3
	48	5	5	3	15	13	86,7
	72	5	5	3	15	13	<b>86,7</b>
I (1 metų mėšlas)	24	4	3	5	15	12	80,0
	48	5	4	5	15	14	93,3
	72	5	5	5	15	15	<b>100,0</b>
II (1 metų dumblas)	24	3	5	4	15	12	80
	48	4	5	4	15	13	86,7
	72	4	5	5	15	14	<b>93,3</b>
III (šviežias dumblo mišinys)	24	3	4	3	15	10	66,7
	48	3	4	4	15	11	73,3
	72	4	5	4	15	13	<b>86,7</b>

## APIBENDRINIMAS

*E. fetida* labai plačiai paplitusi, turinti plačias adaptyvines ribas slieko rūšis. Iki šiol nėra vieningos nuomonės, ar *E. fetida* ir *E. adrei* priklauso tai pačiai rūšiai. *E. fetida* paplitimas įvairiuose gamtiniuose, bet dažniau antropogeniniuose, gausiai organikos prisotintuose substratuose, leidžia jai keisti augimo tempus bei reprodukciją priklausomai nuo mitybinės terpės ir jos mikroklimato. Tuo remiantis išvestos pramoninės šios rūšies linijos. Viena jų plačiai paplitusi Lietuvoje kaliforninio slieko vardu (*E. fetida* „californica“).

Atlikti dviejų *E. fetida* populiacijų palyginamieji tyrimai: *E. fetida* ir *E. fetida* „californica“. *E. fetida* surinkta iš natūraliai gamtoje besikompostuojančių organinių atliekų (mėšlo, daržovių atliekų ir pan.), o *E. fetida* „californica“ atvežta iš Ukrainos Ivano-Frankovsko. Išaiškinta, kad *E. fetida* „californica“ sliškai visose savo amžiaus grupėse turi mažesnę biomasę nei *E. fetida*. Lyginant kokonų ir jauniklių reprodukciją abiejose populiacijose pastebėta, kad nors *E. fetida* „californica“ per 11 savaičių gausiau už *E. fetida* reprodukov kokonus, bet po 13 savaičių jų reprodukcija abiejose populiacijose buvo panaši. Vis dėlto jauniklių gimstamumas *E. fetida* „californica“ populiacijoje buvo 2 kartus didesnis.

Tyrimai, atlikti aiškinant *E. fetida* „californica“ išgyvenimą ir reprodukciją skirtinguose nuotėkų dumblo, medžio pjuvenų ir augalinių liekanų mišiniuose, parodė, kad didžiausia sliekų biomasė buvo tame variante, kur panaudotas 1 metų senumo dumblas, tačiau didžiausia reprodukcija (kokonų ir jaunų sliekų skaičius) buvo variante su šviežiu dumbliu. Mažiausia sliekų biomasė buvo I variante su galvijų mėšlu.

Sunkiųjų metalų kiekiai variante su šviežiu dumbliu buvo tik foniniai ir sliekų išgyvenimui neturėjo

jokio poveikio. Didžiausi sunkiųjų metalų kiekiai buvo variante su 1 metų dumbliu. Vario šiame variante buvo 2,2, cinko – 2,1, mangano – 2,2, chromo – 4,1, geležies – 2,1 karto daugiau nei variante su šviežiu dumbliu. Tačiau sunkiųjų metalų kiekiai abiejose tyrimo mišiniuose buvo gerokai mažesni už didžiausią leistiną lygį dumblyje (LAND 20–96).

Tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad nuotėkų dumblo kompostuose, esant sunkiųjų metalų kiekiam 2 kartus mažesniems už didžiausią leistinąjį dumblyje, abiejų

*E. fetida* populiacijų išgyvenimui ir reprodukcijai tai neturi neigiamo poveikio. Todėl įvertinę sliekų bioindikacinius ir augalų sėklų daigumo rodiklius galime manyti, kad tokie kompostai nėra toksiški.

Gauta

2001 02 21

## Literatūra

1. Abraitytė E., Rūslys V. *Kalifornijos sliekų auginimas*. 1993. 22 p.
2. Atlavinytė O. *Sliškai – žemdirbių talkininkai*. 1989. 104 p.
3. Bouche M. B. Lombriciens de France. *Ecologie et Systematique. Ann. zoo. ecol. anim.*, n. sp., 1972. 72–2. 671 p.
4. Dominguez J., Edwards C. A. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil Biology and Biochemistry*. 1996. No. 29 (3/4). P. 743–746.
5. Edward F., Neuhauser, Michael R. Malecki, Raymond C. Loehr. Growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida* after exposure to sublethal concentration of metals. *Pedobiologia*. 1984. Bd. 27. H. 2. S. 89–97.
6. Edwards C. A., Burrows I., Fletcher K. E., James B. A., The use of earthworms for composting food wastes. Gasser J. K. R. (ed.). *Composting of Agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science*. 1985. Amsterdam. P. 229–242.
7. Eitminavičiūtė I., Bagdanavičienė Z., Budavičienė I., Strazdienė V., Krikštaponis V., Ramanauskienė Ž. *Vilniaus miesto nutekamųjų vandenių dumblo kompostavimas. Proceso kokybinis įvertinimas. Aplinkos apsaugos problemos Baltijos šalių didžiuosiuose miestuose*. 1994. P. 26–27.
8. Elvira C., Dominguez J., Sampedro L., Mato S. Vermicomposting for the paper pulp industry. *BioCycle*, June, 1995. P. 62–63.

9. Elvira C., Sampedro L., Dominguez J., Mato S. Vermicomposting of wastewater sludge from paper pulp industry with nitrogen rich material. *Soil Biology and Biochemistry*. 1997, No. 29 (3/4). P. 759–762.
10. Ferrizzi C. Manuale del Lomi 3 Ricoitoke. *Enagricole*. Italia, 1984. 190 p.
11. Garsia G. M., Marino F., Mato S. Effect of the diet on growth and reproduction of *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) reared in individual cultures. *Pedobiologia*, 1999. No. 43. P. 267–275.
12. Graff O. Physiologische Rassen bei *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) (Oligochaeta, Lumbricidae). Ein Beitrag zur Frage der Domestikation dieser Art. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 1978. Nr. 15. S. 251–263.
13. Haimi J. Growth and reproduction of the compost-living earthworms *Eisenia andrei* and *E. fetida*. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*. 1990. No. 27. P. 415–421.
14. Hartenstein R., Neuhauser E. F., Kaplan D. L. Reproductive potential of the earthworm *Eisenia foetida*. *Oecologia*. 1979. No. 43. P. 329–340.
15. Janike J., Ausabel S., Grimaldi D. A. On the evolution of clonal diversity in parthenogenetic earthworms. *Pedobiologia*. 1982. No. 23. P. 304–310.
16. LAND 20-96. *Nuotėkų dumblo naudojimo normos*, 1997. 20 p.
17. Marinussen M. *Heavy metal accumulation in earthworms exposed to spatially variable soil contamination*. Doctoral thesis, Wageningen Agricultural University. The Netherlands, 1997. ISBN 90-5485-631-9. 136 p.
18. Michael R. Malecki, Edward F., Neuhauser et Raymond C. Loehr. The effect of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Pedobiologia*. 1982. Bd. 24 H. 3. S. 129–138.
19. Neuhauser E. F., Hartenstein R., Kaplan D. I. *Growth of the earthworm Eisenia foetida in relation to population density and food rationing*. *Oikos* 35, 1980. P. 93–98.
20. Philips D. R., Bolger T. Sublethal toxic effects of aluminium on the earthworm *Eisenia fetida*. *Pedobiologia*. 1989, No. 42. P. 125–130.
21. Reinecke A. J., Kriel J. R. The influence of constant and diurnally fluctuating temperatures on the cocoon production, hatching time and number of hatchlings of *Eisenia fetida* (Lumbricidae, Oligochaeta). *Workshop on the role of earthworms in the stabilization of organic residues*. 1981. Vol. 1. P. 167–177.
22. Spurgeon D. J., Hopkin S. P., Jones D. T. Effects of copper, cadmium, lead and zinc on growth, reproduction and survival of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny): Assessing the environmental impact of point-source metal contamination in terrestrial ecosystems. *Environ. Pollut.*, 1994, No. 84. P. 124–130.
23. Van Gestel C. A. M., Dirven-van Breemen E. M., Baerselman R. Influence of environmental condition on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida andrei* in an article soil substrate. *Pedobiologia*. 1992. No. 36. P. 109–120.
24. Всеволодова-Перель Т. С. *Дождєвые черви фауны России*. Кадастр и определитель. 1997. 104 с.
25. Гитилис В. С., Мельник И. А. *Справочное пособие по вермикультурованию*. Ивано-Франковск, 1992. 72 с.
26. Городний Н. М., Мельник И. А., Похван М. Ф. *Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве*. 1990. 254 с.
27. Кодолова О. П., Стриганова Б. Р., Сидорова Т. Н. Сравнительное исследование репродукционного потенциала локальных поселений компостного червя *Eisenia foetida* (Savigny, 1926) (Oligochaeta, Lumbricidae). *Серия биологическая*, 1993, № 4. С. 558–567.

**I. Eitminavičiūtė, V. Strazdienė, N. Darulytė,  
A. Matusėvičiūtė**

**THE LIFE CYCLE /DEATH-RATE/ AND  
REPRODUCTION OF TWO POPULATIONS OF THE  
EARTHWORM *EISENIA FETIDA* RAISED IN THE  
COMPOST OF SEWAGE SLUDGE**

**S u m m a r y**

Comparative study of two populations of *E. fetida* (*E. fetida* and *E. fetida* “californica”) was carried out. *E. fetida* specimens were collected from organic waste material (manure, vegetable waste, etc.), whereas *E. fetida* “californica” were brought from Ukraine, Ivano-Frankovsk. The biomass of *E. fetida* “californica” was found to be less than the biomass of *E. fetida* in all age groups. While comparing the reproduction of cocoons and hatchlings in both populations, it was found that *E. fetida* “californica” reproduced more cocoons than *E. fetida* in the course of 11 weeks, but in 13 weeks, the reproduction in both populations was similar. However, the number of hatchlings produced by *E. fetida* “californica” was two times higher.

Studies of the *E. fetida* “californica” life cycle and reproduction in different mixtures of waste material (sewage sludge, sawdust, wasted plant matter) revealed that the biomass of earthworms was highest in the variant containing 1-year-old sewage sludge. However, the highest reproduction (cocoons and hatchlings) was registered in the variant with fresh sewage sludge. The lowest biomass of earthworms was registered in manure.

The amounts of heavy metals in the variant with fresh sewage sludge did not exceed the background values and had no effect on the death rate of earthworms. The highest concentration of heavy metals was registered in a variant containing 1-year-old sewage sludge. The concentration of copper, zinc, manganese, chromium and iron was 2.2, 2.1, 2.2, 4.1 and 2.1 times higher respectively than in the variant containing fresh sewage sludge. However, the concentration of heavy metals in both study mixtures was much lower than the highest permissible concentration in sewage sludge (LAND 20-96).

The results of the study showed that when the concentration of heavy metals in the compost of waste sewage sludge was two times lower than the highest permissible concentration, it had no effect on the life cycle of *E. fetida*. Thus, the biological indices of earthworms and the indices of the germinating power of plants showed that these composts were not toxic.