



HERBICIDO GLIFOSATO POVEIKIO KOMPOSTINIAM SLIEKUI (*E. FETIDA* L.) TYRIMAI IR VERTINIMAS

Greta DAJORAITĖ¹, Jūratė ŽALTAUSKAITĖ², Aušra ZIGMONTIENĖ³

^{1,3} *Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

² *Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva*

El. paštas: ¹gdajoraite@gmail.com; ²jurate.zaltauskaite@vdu.lt; ³ausra.zigmontiene@vgtu.lt

Santrauka. Glifosatas yra herbicidas, plačiai naudojamas piktžolėms naikinti. Dėl masinio ir netinkamo naudojimo bei didelio tirpumo vandenyje glifosatas turi įtakos sausumos ekosistemoms. Eksperimento tikslas – įvertinti skirtingų glifosato koncentracijų poveikį žieduotosioms kirmėlėms (kompostiniam sliekui *Eisenia fetida* L.). Tyrimas buvo vykdomas 8 savaites. Eksperimento metu buvo naudotos 0,1, 1, 5, 10, 20 mg/kg glifosato koncentracijos dirvožemyje. Glifosato poveikio kompostiniams sliekams *E. Fetida* įvertinti buvo tirti augimo, mirtingumo ir reprodukcijos rodikliai. Eksperimento metu nustatyta, jog didelės glifosato koncentracijos letaliai veikė kompostinį slieką. Esant didžiausiai 20 mg/kg koncentracijai, sliekų mirtingumas jau pirmąją savaitę buvo 100 %. Didėjanti glifosato koncentracija mažino kompostinio sliekio *E. fetida* svorio prieaugius bei neigiamai veikė sliekų reprodukciją, kokonai užfiksuoti tik esant mažiausiai koncentracijai. Eksperimento pabaigoje nustatyta tendencija – kuo ilgesnis glifosato ekspozicijos laikas, tuo didesnė žala daroma dirvožemio bestuburiams (*Eisenia fetida*).

Reikšminiai žodžiai: glifosatas, kompostinis sliekas *Eisenia fetida*, mirtingumas, reprodukcija.

Ivadas

Vis daugiau žmonių savo buityje, pramonėje bei žemės ūkyje piktžolėms naikinti naudoja įvairius herbicidus. Dėl netinkamo herbicidų naudojimo (naudojant netinkamą įrangą, dideliais kiekiais ir esant nepalankioms oro sąlygoms) šie pesticidai tapo vienu didžiausių organinių teršalų žemės ūkio laukuose. Dėl šios priežasties kyla rizika, jog herbicidai iš dirbamų žemių gali patekti į greta esančias ekosistemas.

Vienas iš populiariausių naudojamų herbicidų Lietuvoje yra glifosatas (liaudyje vadinamas Roundapu). Šio herbicido veiklioji medžiaga yra N-(fosfometil)glicinas (Duke, Powles 2008). Glifosato molekulė yra sudaryta iš divalenčio karboksilo ir dvibazių (fosforo) rūgčių abiejuose galuose bei pagrindinės funkcinės grupės – amino (Tomlin 2005).

Glifosatas sutrikdo metabolito fosfoenolpiruvato (PEP) veiklą (Vereecken 2005). Ištirta, jog šis herbicidas turi įtakos PEP pririšimui prie fermento vietos. Fosfoenolpiruvatas – tai labai svarbus metabolitas, esantis visuose organizmuose, įskaitant žmones. Šio fermento veiklos pokyčiai sutrikdo medžiagų apykaitą bei paveikia katalazines funkcijas (Tomlin 2006). Taip pat dėl glifosato ekspozicijos gali būti sunaikinta daugelis fermento

sistemų, kurios naudoja PEP, įskaitant pagrindinių membranų lipidų ir energijos metabolizmo sintezę (Veiga *et al.* 2001).

Šio herbicido saugos protokole yra teigiama, jog glifosatas yra žalingas augalams, toksiškas žuvis ir vandens bestuburiams. Manoma, kad jis mažiau toksiškas paukščiams, vabzdžiams ir dirvožemio mikro ir makroorganizmams. Glifosatas pagal toksiškumą yra priskiriamas U klasei, t. y. nėra tikėtina, kad sukels ūminį pavojų naudojant įprastai (Zang *et al.* 2000).

Glifosato skilimo pusperiodis priklauso nuo aplinkos terpės, kurioje jis randamas. Tyrimai rodo, kad dirvožemyje pusinės eliminacijos laikas svyruoja nuo 2 iki 197 dienų, tačiau vidutiniškas normaliomis lauko sąlygomis EC₅₀ yra 47 dienos (Giesey *et al.* 2000).

Tiriant herbicidų poveikį dirvožemiui, vienas iš geriausių tyrimų objektų yra sliekai. Visų pirma, jie yra dirvožemio bestuburiai, taigi turi tiesioginį kontaktą su dirvožemiu bei jame esančiomis cheminėmis medžiagomis. Taip pat jie yra padengti išskiriamų gleivių sluoksniu, taigi per drėgną kūno paviršių vandenyje tirpios medžiagos lengvai patenka į organizmą (Morowati 2000). Jie nuolat maitinasi dirvožemiu bei jame esančiomis specialiomis

frakcijomis, todėl per virškinimo traktą yra didelė galimybė patekti lipofilinėms medžiagoms (Lavelle 1997).

Vienas iš svarbių rodiklių – tai sliekų reprodukcija. *Eisenia fetida* kokonėlius deda kas 10 parų. Inkubacijos laikas svyruoja nuo 14 iki 44 parų. Yra tikimybė išsiriti iš kokono daugiau negu vienam individui (nuo 2 iki 20 individų) (Reynolds 1996; Venter, Reinecke, 1988). Taigi, jeigu pakinta kokonėlių skaičius, jaunikių vada, kokonų išgyvenamumas bei kiti rodikliai, kyla grėsmė išnykti visai šių žieduotojų kirmėlių populiacijai.

Tyrimai rodo, kad reguliarus šio herbicido naudojimas žemės ūkyje gali paveikti sliekų populiacijų gausumą, biomasę ir sliekų populiacijos dinamiką (Morse 1998).

Kompostinis sliekas *Eisenia fetida* dėl didelio paplitimo dirvožemio ekosistemose yra laikomas vienu iš svarbiausių dirvožemio organizmų dėl svarbaus poveikio mitybos grandinės dalyviams, tarp jų ir žmogui (Morowati 2000).

Kadangi glifosatas yra plačiai naudojamas žemės ūkyje, yra aktualu ištirti galimą herbicido poveikį žieduotosioms kirmėlėms (*Eisenia fetida*). Todėl nustatyti organizmų rodiklių pokyčiai ir jų kitimas laike gali suteikti vertingos ir pagrįstos informacijos apie galimą neigiamą glifosato poveikį.

Metodika

Glifosatu užteršto dirvožemio tyrimas buvo atliktas pagal OECD 222 protokolą – „Sliekų (*Eisenia fetida*) reprodukcijos testas“ (OECD guideline... 2004). Tyrimo metu buvo vertintas glifosato poveikis dirvožemio bestuburiui – kompostiniam sliekui (*E. fetida*). Tyrimas truko 8 savaites.

Eksperimento metu buvo naudotos 0,1, 1, 5, 10, 20 mg/kg glifosato koncentracijos dirvožemyje. Šios koncentracijos buvo pasirinktos pagal leistiną normą (1/ha) žemės ūkio augalams purkšti (žieminiams ir vasariniams kviečiams, rugiams, miežiams, kvietrugiams). Didžiausia koncentracija buvo leistina norma, toliau parinktos atitinkamai mažėjančios reikšmės. Koncentracijos buvo pasirinktos siekiant sukurti realistines, aplinkai būdingas sąlygas.

Tyrimo substratas buvo paruoštas remiantis OECD 222 (2004) protokolo metodiką, pagal kurią dirvožemį sudarė: 70 % kvarcinio smėlio, 20 % kaolinito molio ir 10 % durpių. Paruoštas dirvožemis buvo dedamas į 1 l talpos plastikinius indelius po 500 g. Visų koncentracijų (taip pat ir kontrolės) tyrimai buvo atliekami po 3 pakartojimus (iš viso 18 indelių). Po 24 valandų, pasiskirsčius

herbicidui dirvožemyje, į kiekvieną iš indelių buvo įleista po 5 kompostinių sliekų *E. fetida* subrendusius individus (subrendusiu sliekas laikomas tada, kai atsiranda 4–6 mm dydžio balnelis). Indeliai buvo laikomi nuolat apšviestoje augimo kameroje 22 °C temperatūroje. Viso tyrimo metu palaikoma dirvožemio drėgmė buvo 40–60 % maksimalios dirvožemio vandens sulaikymo gebos. Sliekai kas savaitę buvo maitinami maltomis, su distiliuotu vandeniu sumaišytomis avižomis.

Tyrimo metu po 4 ir 8 savaitių buvo vertintas glifosato poveikis subrendusių kompostinių sliekų *E. fetida* reprodukcijai. Sliekų mirtingumas ir svorio pokyčiai stebėti kas 7 paras.

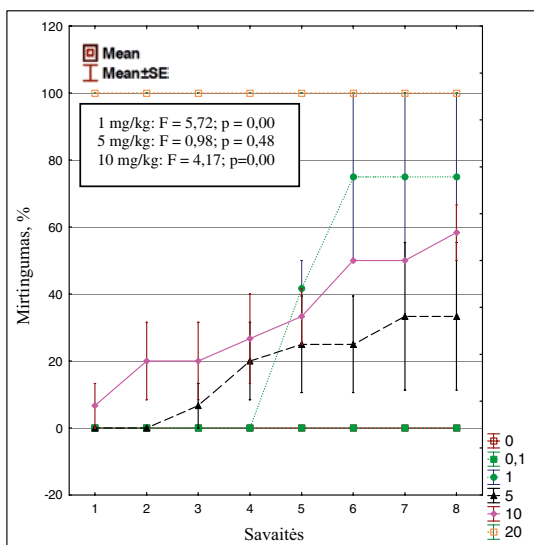
Statistinė duomenų analizė

Statistinei analizei bei grafiniam gautų rezultatų pateikimui buvo naudojami „STATISTICA 8.0“ ir „EXCEL“ programinių įrangų paketai. Lyginant tyrimų atvejus, nustatytas *Student'o kriterijus* bei *reikšmingumo lygmuo*. Taip pat atlikta *dispersinė analizė (ANOVA)*, skaičiuotas *F kriterijus* ir jo *reikšmingumo lygmuo*. Nustatant ryšius tarp rodiklių, apskaičiuotas *Spearman'o koreliacijos koeficientas r* ir jo *reikšmingumo lygmuo*.

Letali koncentracija (LC_{50}) skaičiuota taikant *Probit* analizę. Medianinė (efektyvioji) glifosato koncentracija (EC_{50}) skaičiuota naudojant tiesinį interpoliacijos metodą.

Rezultatai ir jų analizė

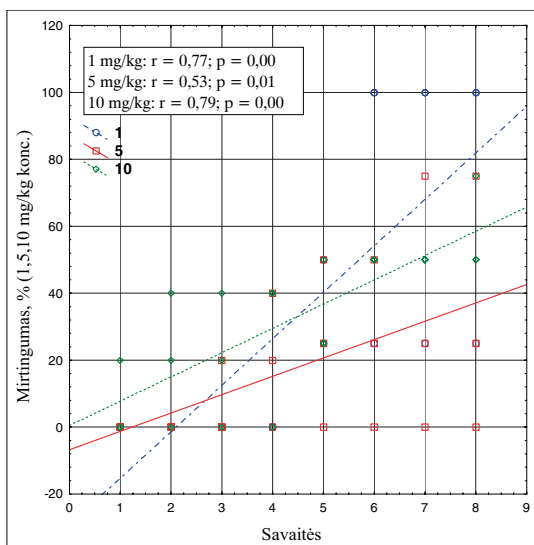
Glifosato ekspozicijos tyrimai kompostiniam sliekui (*E. fetida*) buvo vykdomi aštuonias savaites. Kas savaitę buvo išmatuojamas *E. fetida* svoris ir nustatomas mirtingumas. Kompostinio sliekio *E. fetida* mirtingumas veikiant skirtingoms glifosato koncentracijoms pavaizduotas 1 pav. Visą tyrimo laikotarpį nebuvo užfiksuota sliekų mirtingumo tik esant kontrolinei ir žemiausiai (1 mg/kg) koncentracijoms. Ūmus herbicido toksiškumas pasireiškė atliekant tyrimą su aukščiausia 20 mg/kg glifosato koncentracija. Jau pirmąją dieną, kai *E. fetida* organizmai buvo paveikti herbicidu, buvo pastebimas sliekų vangumas, nenorėjimas lįsti į dirvožemį (natūrali glifosato vengimo reakcija). Tyrimo metu taip pat pastebėti histopatologiniai pokyčiai: epidermio įtrūkiai, audinių nekrozė, atsirado ertmių audinių viduje. Šie histopatologiniai pakitimai yra naudingi bioindikatoriai, nurodantys glifosato toksiškumą. Taigi, jau pirmąją savaitę sliekų mirtingumas esant 20 mg/kg koncentracijai buvo 100 %. Dėl šios priežasties tolesni tyrimai su aukščiausia koncentracija nebuvo vykdomi.



1 pav. Kompostinio sliekio *E. fetida* mirtingumo priklausomybė nuo glifosato koncentracijų

Fig. 1. Mortality of earthworms exposed to different glyphosate concentrations, 8 weeks period

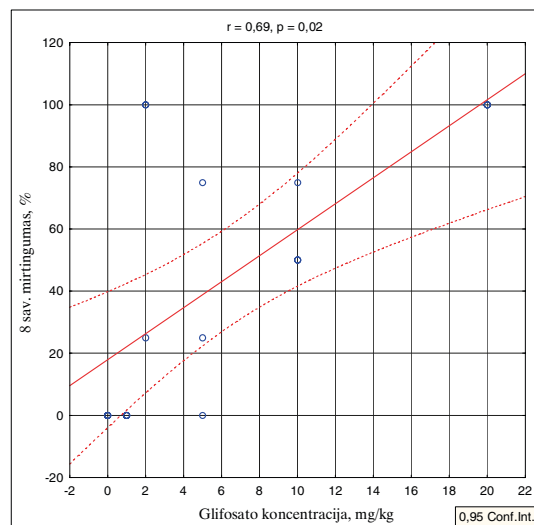
Sliekų mirtingumas pradėtas fiksuoti esant 5–10 mg/kg glifosato koncentracijoms nuo pirmos poveikio savaitės ir jis tolygiai didėjo ilgėjant poveikio laikui, tačiau reikšmingi skirtumai nustatyti tik esant 10 mg/kg koncentracijos reikšmei (5 mg/kg: $F = 0,98$, $p > 0,05$; 10 mg/kg: $F = 4,17$, $p < 0,05$). Esant 1 mg/kg koncentracijoms mirtingumas užfiksuotas tik praėjus 4 savaitėms. Šie rezultatai rodo, kad žemos glifosato koncentracijos nesukelia ūmaus poveikio sliekų mirtingumui. Tačiau ilgėjant poveikio laikui, mirtingumas labai išauga ir po 6 savaičių, esant 1 mg/kg koncentracijai, mirtingumas siekė net 75 %. Šis stiprus mirtingumą sukėlęs glifosato poveikis gali turėti įtakos kompostinio sliekio (*E. fetida*) populiacijoms gamtoje dėl žymiai padidėjusio mirtingumo.



2 pav. Kompostinio sliekio *E. fetida* mirtingumas 1, 5, 10 mg/kg glifosato koncentracijose

Fig. 2. Correlation between the mortality of Earthworm *E. fetida* and glyphosate concentrations (1, 5, 10 mg/kg)

Įvertinus kompostinio sliekio (*E. fetida*) mirtingumo rodiklius paaiškėjo, kad net ir žemos glifosato koncentracijos veikė letaliai ir mirtingumas žymiai kilo didėjant glifosato koncentracijai (3 pav.). Nustatyta letali koncentracija (LC_{50}) po 4 savaičių buvo – 24,2 mg/kg, o po 8 savaičių – 7,66 mg/kg.



3 pav. Kompostinio sliekio *E. fetida* mirtingumas 8 savaitė skirtingose glifosato koncentracijose

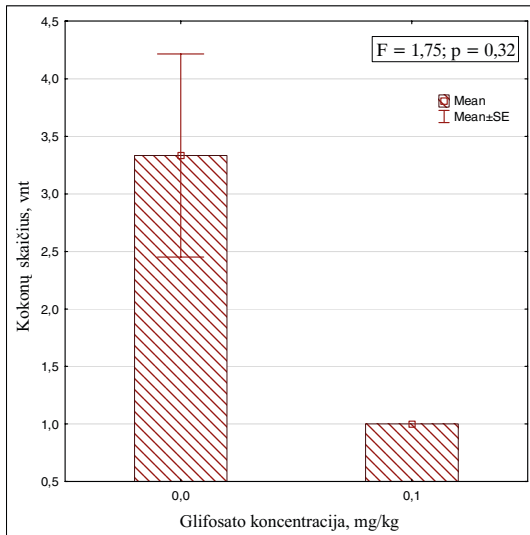
Fig. 3. Correlation between the cocoons mean of earthworm *E. fetida* and glyphosate concentrations, at the 8(th) week

Paskutinę savaitę nustatytas kompostinio sliekio (*E. fetida*) mirtingumas turėjo reikšmingai teigiamą tiesinę priklausomybę tarp skirtingų glifosato koncentracijų ($r = 0,69$, $p < 0,05$). Tai nurodo, jog ilgalaikėje perspektyvoje matomas žymus sliekų sumažėjimas gali turėti įtakos ir kitų žieduotųjų kirmėlių populiacijos didėjimui.

Stanley ir Joy (2014) atliko tyrimą, kurio metu buvo tirtas sliekų mirtingumas po 48 ir 96 h laikotarpio. Buvo pasirinktos 13, 52, 117 ir 207 mg/kg dirvožemio glifosato koncentracijos. Kontrolinėje grupėje mirtingumo nebuvo, tačiau kitų koncentracijų diapazonuose buvo pastebėtas sliekų vangumas. Nustatytas procentinis mirtingumas mažiausias buvo po 24 h ir didžiausias po 96 h. Tyrimo pabaigoje nustatyta LC_{50} reikšmė buvo 10,4 mg/kg dirvožemio. Taigi lyginant abiejų tyrimų rezultatus pastebima tendencija, jog ilgėjant tyrimo laikui glifosato poveikis vis didėjo.

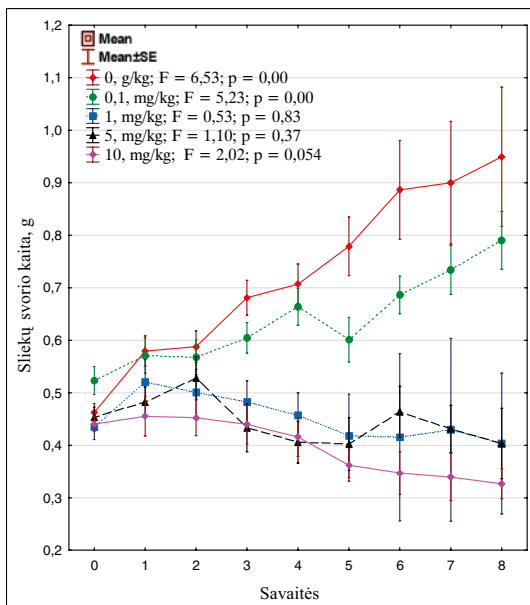
Tyrimo pabaigoje (po 8 savaičių) taip pat buvo nustatytas kokonų skaičius. Kokonų buvo rasta tik kontroliniame mėginyje ir žemiausioje (0,1 mg/kg) koncentracijoje, kituose bandiniuose reprodukcija nebuvo užfiksuota. Galima teigti, jog glifosatas turėjo didelę įtaką sliekų reprodukcijai – juos veikiant net žemiausiomis koncentracijomis matomas kardinalus pokytis lyginant su kontroliniu mėginiu. Nustatyti stiprūs reprodukcijos pakitimai, kurie gamtoje gali turėti neigiamą įtaką populiacijos palaikymui bei tęstinumui.

Įvertinus kompostinio sliekų (*E. fetida*) svorio pokyčius tyrimo metu paaiškėjo, kad glifosatas sukėlė žymius svorio pokyčius (4 pav.). Sliekų svorio didėjimas tyrimo metu buvo užfiksuotas tik kontroliniame mėginyje ir veikiant žemiausia 0,1 mg/kg glifosato koncentracija. Lyginant pradinį sliekų svorį su paskutinės savaitės svoriu, biomasės prieaugis buvo: kontroliniame mėginyje 51 %, o 0,1 mg/kg 34 % didesnis nei 1 savaitės svoris.



4 pav. Kompostinio sliekų *E. fetida* kokonų skaičius esant kontrolinei ir 0,1 mg/kg glifosato koncentracijoms paskutinę tyrimo dieną

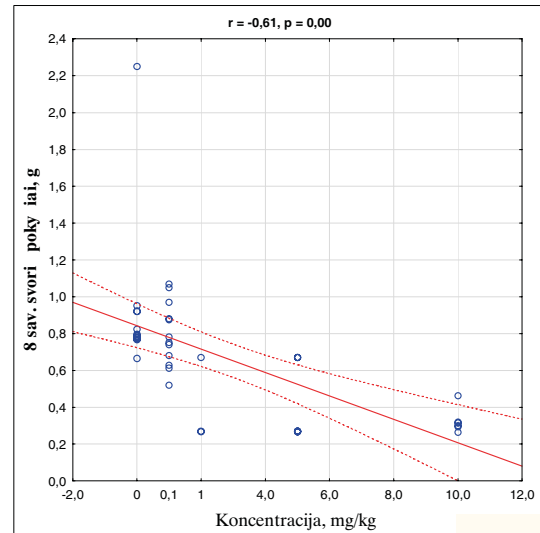
Fig. 4. Number of cocoons of earthworms in the control and 0.1 mg/kg glyphosate concentration, at the 8th week



5 pav. Kompostinio sliekų *E. fetida* svorio pokyčiai esant skirtingoms glifosato koncentracijoms tyrimo metu

Fig. 5. Mean (\pm SE) weight change (g) of earthworms exposed to different glyphosate concentrations, during 8 weeks period

Didesnėse nei 1 mg/kg glifosato koncentracijose veikiant sliekus, nuo 2 savaitės jų svoriai nustojo didėti arba pradėjo mažėti. Didžiausias svorio pokytis nustatytas 10 mg/kg glifosato koncentracijoje. Paskutinę tyrimo dieną sliekų, veiktų 10 mg/kg glifosatu, svoris buvo reikšmingai 26 % mažesnis nei tyrimo pradžioje ($p < 0,05$). Taip pat buvo apskaičiuota medianinė (efektyvioji) glifosato koncentracija – EC_{50} , sukelianti sliekų svorių 50 % sumažėjimą. Po 4 savaičių EC_{50} buvo – 9,76 mg/kg, o po 8 savaičių EC_{50} buvo – 5,78 mg/kg.

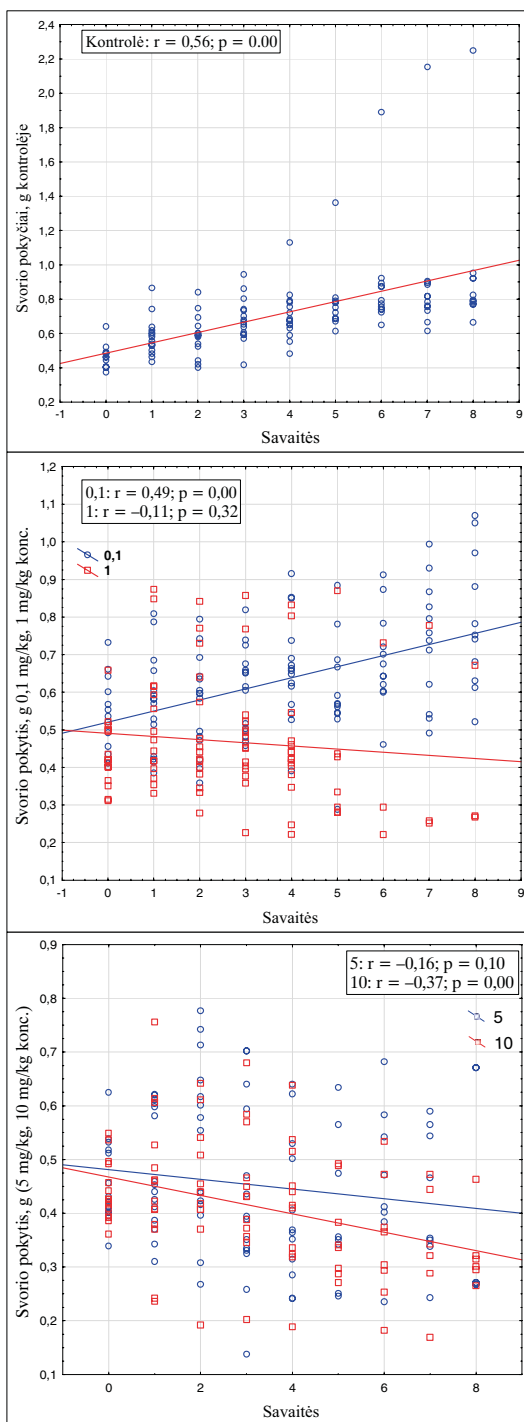


6 pav. 8 savaitės kompostinio sliekų *E. fetida* svorių pokytis skirtingose glifosato koncentracijose

Fig. 6. Correlation between the mean weight of worms (g) and glyphosate concentrations, at the 8th week

Correia ir Moreira 2010 metais atliko tyrimą, kurio metu kompostinius sliekus (*Eisenia foetida*) laikė dirvožemyje optimaliomis sąlygomis 56 dienas. Parinktos glifosato koncentracijos buvo – 1; 10; 100; 500; 1000 mg/kg. Nustatyti glifosato padariniai buvo nuoseklus biomasės mažėjimas ir mirtingumo didėjimas bandomųjų koncentracijų diapazone.

Tyrimo pabaigoje (8 sav.) užfiksuotas didelis svorių pokytis rodo, kad šis santykis tarp glifosato ir biomasės turi reikšmingai neigiamą tiesinę priklausomybę (6 pav.). Galime daryti išvadą, kad glifosatas turi neigiamą įtaką sliekų biomasės prieaugiui ilgalaikėje perspektyvoje, taigi į aplinką patekęs glifosatas gali susilpninti žieduotųjų kirmėlių populiacijas ar net sukelti išnykimo grėsmę. Gauti rezultatai yra panašūs į jau minėtus tyrimus – didžiausias biomasės netekimas užfiksuotas didžiausioje koncentracijoje, tyrimo pabaigoje.



7 pav. Kompostinio sliekio *E. fetida* svorio pokyčiai skirtingose glifosato koncentracijose

Fig. 7. Correlation between the mean weight of earthworms (g) and glyphosate concentrations

Remiantis aptartomis tyrimų rezultatų tendencijomis galima teigti, kad, didėjant ekspozicijai, neigiamas glifosato poveikis sliekų svoriui ir mirtingumui didėja. Galime daryti išvadą, jog į aplinką patekęs glifosatas gali sukelti ilgalaikius neigiamus padarinius aplinkos organizmams.

Išvados

1. Glifosato ekspozicija ūmų poveikį kompostinio sliekio *E. fetida* svorio ir mirtingumo rodikliams sukėlė jau pirmoje tyrimo savaitėje, esant didžiausiai – 20 mg/kg koncentracijai. Kompostinio sliekio *E. fetida* mirtingumui skirtingos glifosato koncentracijos darė reikšmingą įtaką tik 1 ir 10 mg/kg koncentracijų diapazonuose ($F \geq 4,17$, $p < 0,05$). Nustatyta letali koncentracija (LC_{50}) po 4 savaičių buvo – 24,2 mg/kg, o po 8 savaičių – 7,66 mg/kg.
2. Tyrimo metu nustatyta, kad didžiausios – 1, 5, 10 mg/kg koncentracijos mažino priaugtos biomasės kiekį ($F \geq 0,53$, tačiau reikšmingi skirtumai užfiksuoti tik didžiausioje (10 mg/kg) koncentracijoje). Apskaičiuota EC_{50} po keturių savaičių – 9,76 mg/kg, po aštuonių savaičių EC_{50} buvo 5,78 mg/kg. Ilgėjant glifosato ekspozicijos laikui, EC_{50} sumažėjo 1,7 karto.
3. Kokonų buvo rasta tik kontroliniame mėginyje ir mažiausioje (0,1 mg/kg) koncentracijoje, kituose bandiniuose reprodukcija nebuvo užfiksuota. Dispersinės analizės duomenimis, glifosatas neturėjo reikšmingos įtakos kompostinio sliekio dauginimuisi ($F = 1,75$, $p = 0,32$).
4. Atlikus tyrimus galima daryti išvadą, kad žieduotosios kirmėlės (*E. fetida*) yra jautrios glifosato poveikiui dėl pasireiškusių morfometrinių rodiklių sutrikimų. Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, jog ilgalaikis poveikis turi didesnę įtaką organizmo pokyčiams, taigi didžiausių aplinkos kokybės problemų gali kilti dėl ilgalaikės glifosato taršos ir reikšmingo poveikio organizmams.

Literatūra

- Correia, F. V.; Moreira, J. C. 2010. Effects of glyphosate and 2,4-D on Earthworms (*Eisenia fetida*) in laboratory tests, *Environment Continent Toxicology Journal* 85(2): 264–268.
- Duke, S. O.; Powles, S. B. 2008. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide, *Pesticides Management Science* 64(1): 319–325. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1518>
- Giesey, J. P.; Dobson, S.; Solomon, K. R. 2000. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide, *Environment Continent Toxicology Journal*, 167(3): 95–120.
- Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function, *Ecology Research Journal* 27(1): 93–132. [http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2504\(08\)60007-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2504(08)60007-0)
- Morowati, M. 2000. Histochemical and histopathological study of the intestine of the earthworm (*Pheretima elongate*) exposed to a field dose of the herbicide glyphosate, *Environmentalist* 20(2): 105–111. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1006704009184>

- Morse, J. G. 1998. Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites, *Human and Experimental Toxicology* 17(3): 266–269.
<http://dx.doi.org/10.1191/096032798678908738>
- OECD. 2004. *Earthworm reproduction test (Eisenia fetida / Eisenia andrei)*. Guideline for the testing of chemicals 222. OECD.
- Reynolds, J. W. 1996. Earthworms biology and ecology, *Environment Continent Toxicology Journal* 89(1): 254–268.
- Stanley, O. N.; Joy, O. A. 2014. Histopathological effects of glyphosate and its toxicity to the earthworm (*Nsukkadriulus mbae*), *British Biotechnology Journal* 4(2): 149–163.
<http://dx.doi.org/10.9734/BBJ/2014/6727>
- Tomlin, C. D. S. 2005. *The e-pesticide manual*. 12th ed. British Crop Protection Council, Brighton, UK. ISBN 1-901396 23 1
- Tomlin, C. D. S. 2006. *The Pesticide Manual: A World Compendium*. 14th ed. British Crop Protection Council, Hampshire, UK, 545–548.
- Veiga, F.; Zapata, J. M.; Fernandez, M. L.; Alvarez, E. 2001. Dynamics of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in a forest soil of Galicia, north-west Spain, *SCI Total Environment Journal* 271(1): 135–144.
- Venter, J. M.; Reinecke, A. J. 1988. The life-cycle of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta), *South African Journal of Zoology* 23(2): 161–165.
<http://dx.doi.org/10.1080/02541858.1988.11448096>
- Vereecken, H. 2005. Mobility and leaching of the glyphosate: a review, *Pesticide Management Science* 61: 1139–1151.
<http://dx.doi.org/10.1002/ps.1122>
- Zang, Y.; Zhong, Y.; Luo, Y.; Kong, Z. 2000. Genotoxicity of two novel pesticides for the earthworm, *Eisenia fetida*, *Environmental Pollution* 108(1): 271–278.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00191-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00191-8)

HERBICIDE GLYPHOSATE IMPACT TO EARTHWORM (*E. FETIDA*)

G. Dajoraitė, J. Žaltauskaitė, A. Zigmontienė

Abstract

Glyphosate is a broad spectrum weed resistant herbicide. Glyphosate may pose negative impact on land ecosystems because of wide broad usage and hydrophilic characteristic. The aim of this study was to investigate negative effects of glyphosate on soil invertebrate organisms (earthworm *Eisenia fetida*). The duration of experiment was 8 weeks. The range of the test concentrations of glyphosate were: 0,1, 1, 5, 10, 20 mg/kg. To investigate the glyphosate impact on earthworm *Eisenia fetida* the following endpoints were measured: survival, reproduction and weight. The exposure to 20 mg/kg glyphosate has led to the 100% mortality of earthworms. Glyphosate has led to decreased *E. fetida* reproduction, the cocoons were observed only in the lowest concentration (0,1 mg/kg). In general: long-term glyphosate toxicity to earthworms (*E. fetida*) may be significant.

Keywords: glyphosate, earthworm *Eisenia fetida*, mortality, reproduction, weight.