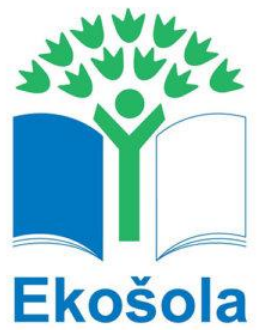




GIMNAZIJA IN
SREDNJA ŠOLA
RUDOLFA MAISTRA



Učimo se iz raziskav mikroplastike: »biorazgradljiva plastika kot alternativa nerazgradljivi plastiki«

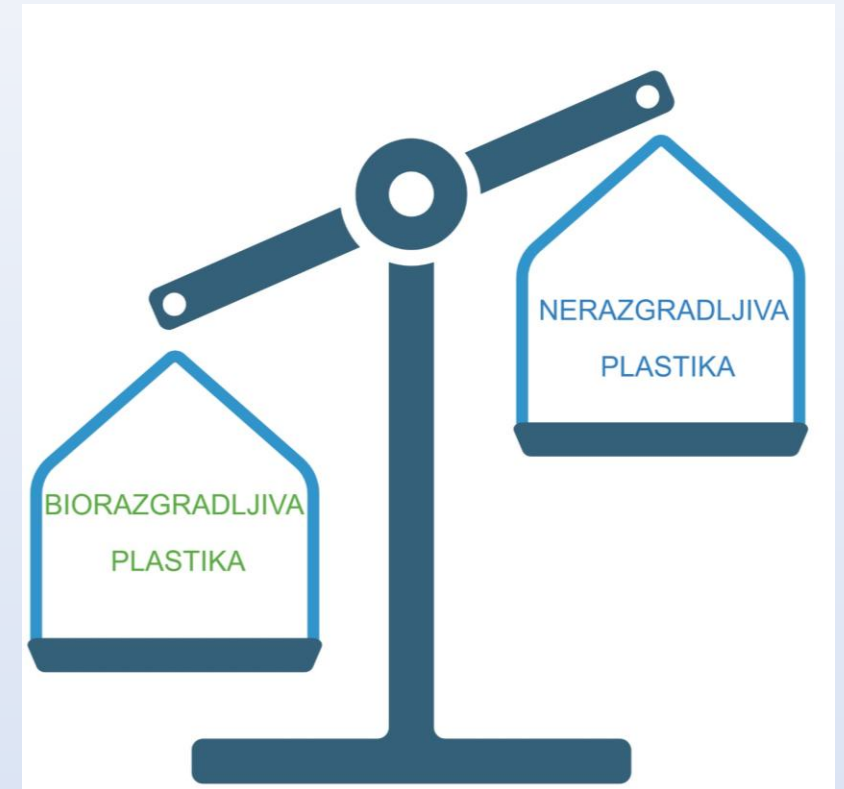
dr. **Andraž Dolar**, mag. prof. biol.

Gimnazija in srednja šola Rudolfa Maistra Kamnik

Kostanjevica na Krki, 31. 5. 2025

1. IZHODIŠČE IN CILJI

- Predstavitev ugotovitev srednješolske raziskovalne naloge.
- Okoljska problematika (mikro-)plastike.
- Primerjava učinkov **biorazgradljive** in nerazgradljive (mikro-)plastike na izbrane talne nevretenčarje.



@BioRender

Obravnavani cilji trajnostnega razvoja:

1. Kakovostno izobraževanje.

4 QUALITY
EDUCATION



2. Življenje na kopnem.

15 LIFE ON
LAND



Okoljska problematika (mikro-)plastike

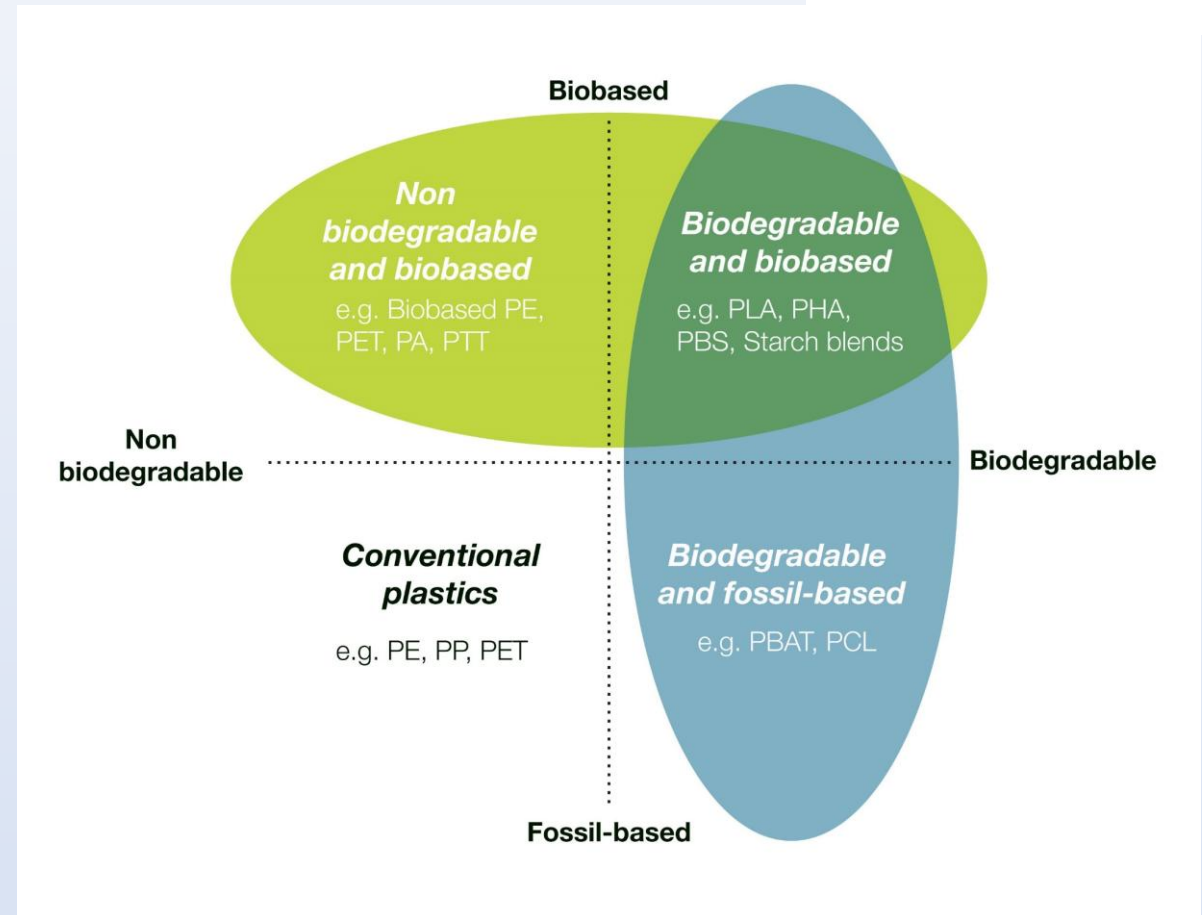


- **Bioosnovana plastika:**

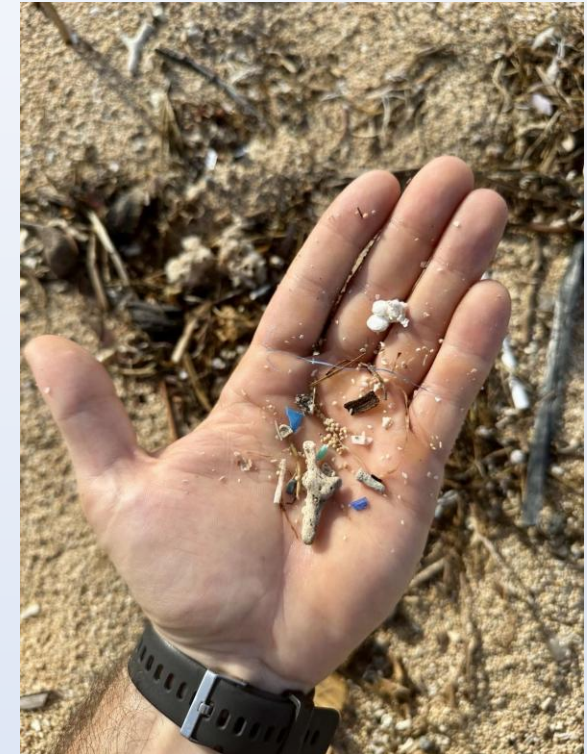
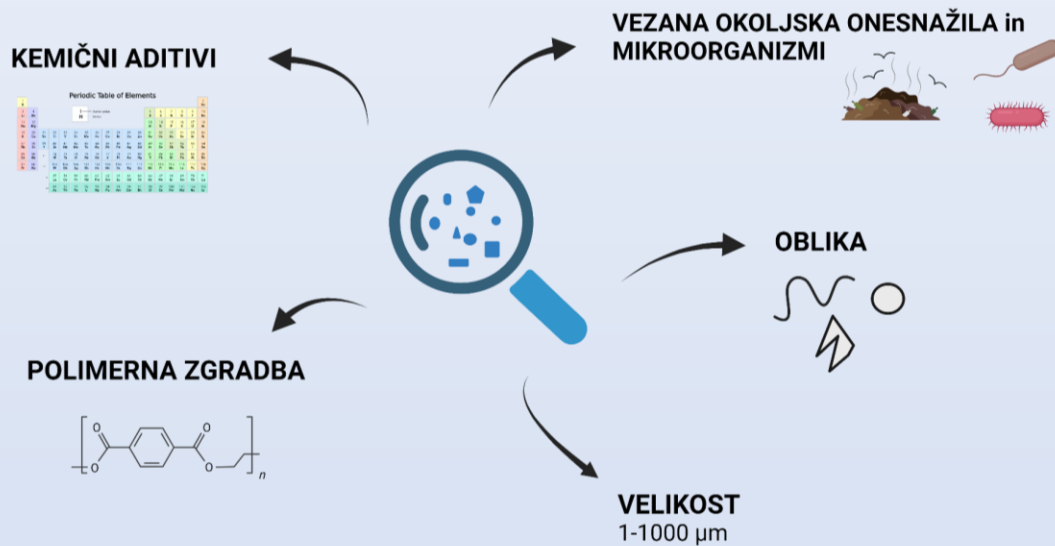
- iz obnovljivih naravnih virov
- biorazgradljiva/nerazgradljiva

- **Plastika na osnovi fosilnih goriv:**

- iz neobnovljivih naravnih virov
- biorazgradljiva/nerazgradljiva



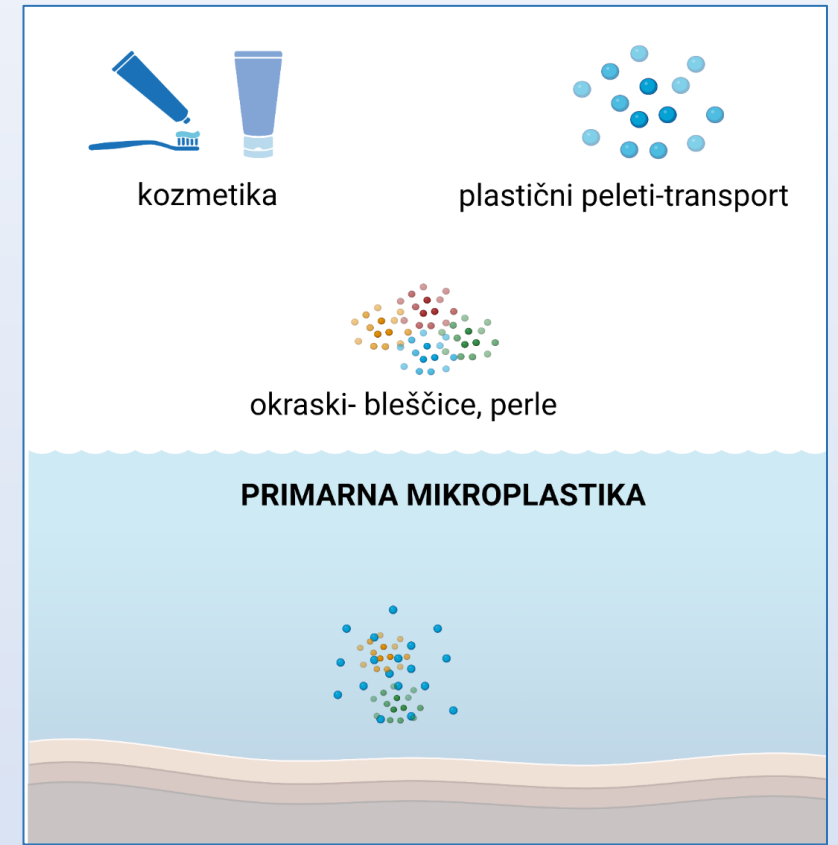
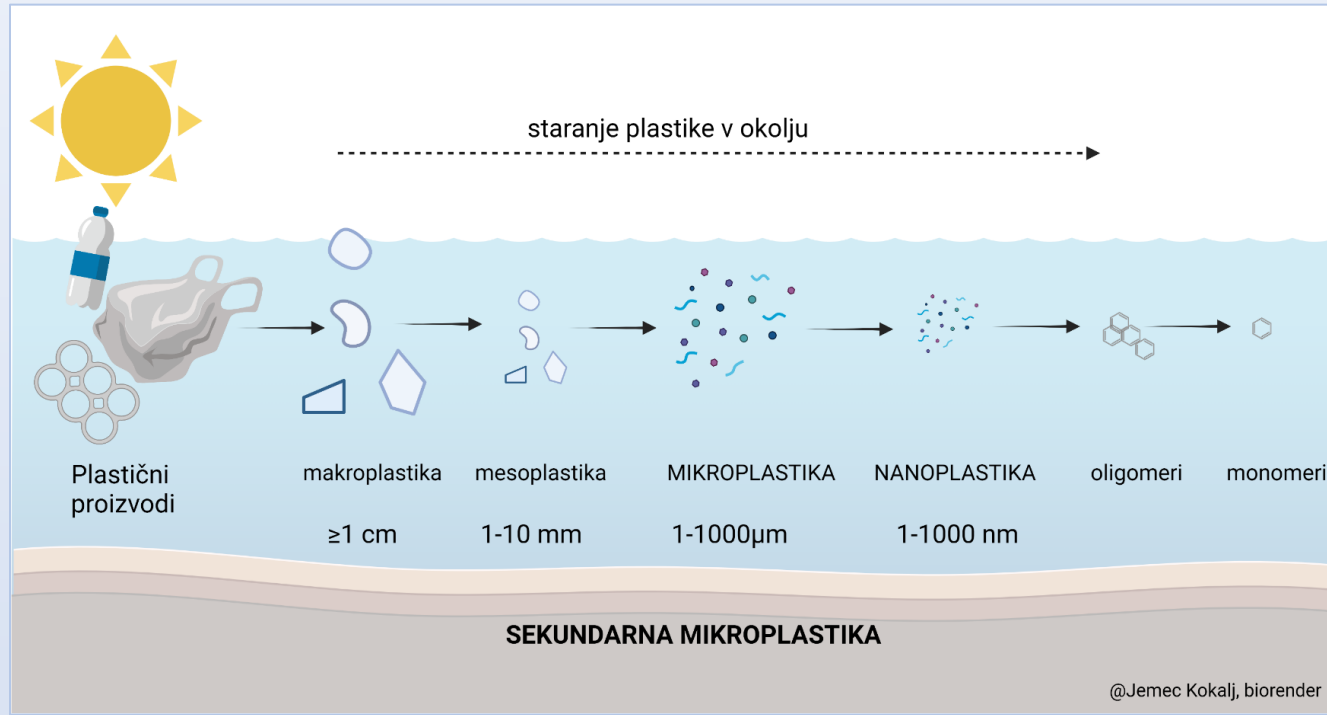
- **Mikroplastika** so drobni delci plastike, ki se nahajajo v naravnem okolju kot onesnažila.
- Po definicij delci velikosti do 1 mm.
- Lastnosti mikroplastike:



Vir: Žan T. Dolar

Vrsta mikroplastike glede na izvor

- Primarna in sekundarna mikroplastika



Kateri so najpogostejši viri (mikro-)plastike za okolje?



<https://www.menti.com/alr78ru1yhes>

Vir (mikro-)plastike za okolje

- Kmetijske plastične zaščitne folije za mulčenje (t. i. zastirke).



<https://www.vetisa.si>



<https://en.wikipedia.org>

Znani učinki (mikro-)plastike na okolje

- Živali zaužijejo (mikro-)plastiko
- Pri živalih poznani vplivi na vedenje, preživetje, prehranjevanje, razmnoževanje ...
- Spremembe fiz.-kem. lastnosti tal
- Vplivi na rastline



<https://www.planetcustodian.com>



Vir: Anita Jemec Kokalj

- Vpliv konvencionalne in biorazgradljive plastike na nevretenčarje



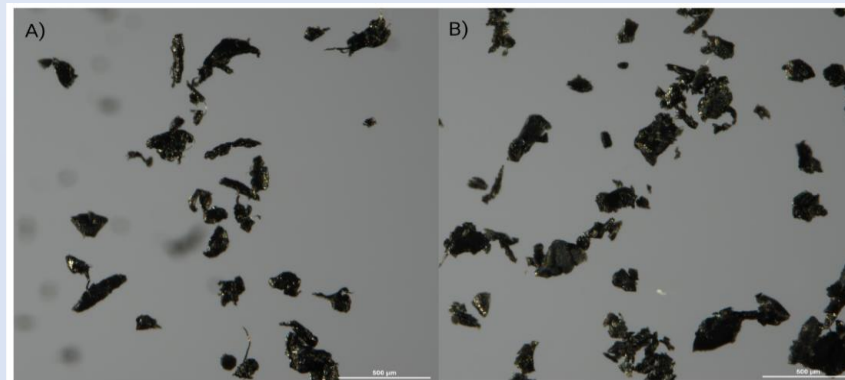
2. OPIS DEJAVNOSTI

- Srednješolska raziskovalna naloga.
- Prehranjevalni poskus: mokaarji (*Tenebrio molitor*) + žitni otrobi + mikroplastika



- Testni material:

- A. LDPE (nerazgradljiv)
- B. PBAT (biorazgradljiv)



- **Testne koncentracije:** 0 %; 0,05 % in 10 % (w/w suhe mase)



<https://www.dm.si/>

- **Individualna izpostavitve ličink v mikrotiterski plošči z 12 luknjicami (2 g otrobov/luknjico).**



<https://www.biorender.com>

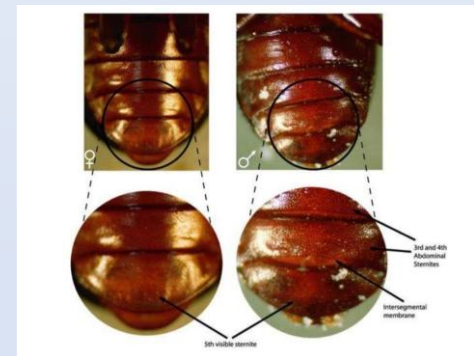
- **Pozitivna kontrola:** kadmijev klorid $\text{CdCl}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ (0,1 % w/w)
- **Trajanje poskusa:** do razvoja odraslih hroščev in pojava ličink druge generacije
- **Merjeni parametri:**
 - Preživetje mokarjev, masa, levitev in razvoj ličink.
 - Razmnoževanje odraslih hroščev mokarjev.



Vir: Ana Nagode



Vir: Ana Nagode

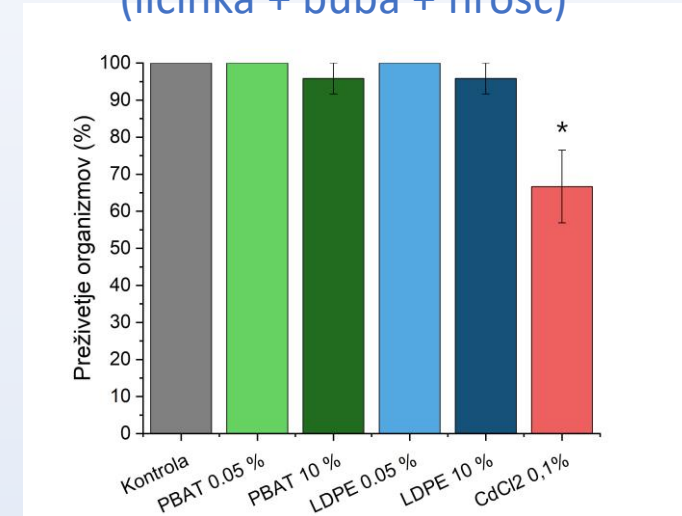


Vir: <https://terrartropoda.wordpress.com>

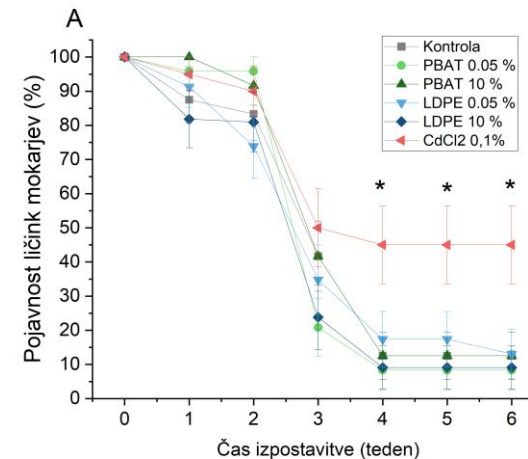
Rezultati

- Ni razlik v preživetju mokařev.
- Zmanjšano preživetje, če mokaři izpostavljeni kadmiju.
- Ni vpliva mikroplastike na razvoj mokařev (ličinka -> buba -> hrošč). Kadmij ima vpliv.
- Večanje mase ličink na otrobih z dodano PBAT mikroplastiko. Upad mase ličink, ki se prehranjujejo z otrobi z dodanim kadmijem.

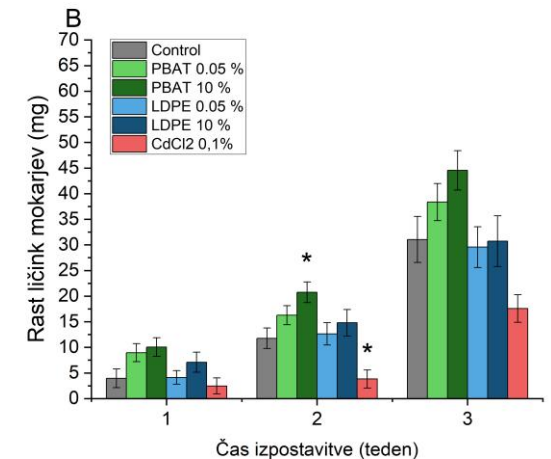
Preživetje
(ličinka + buba + hrošč)



Pojavnost ličink

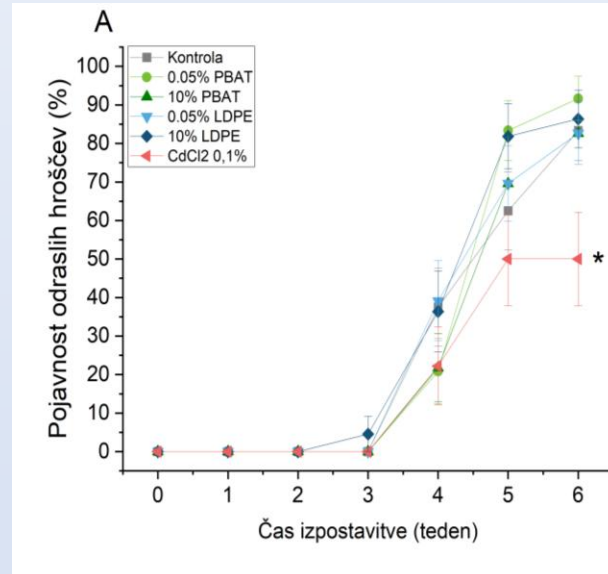


Masa ličink

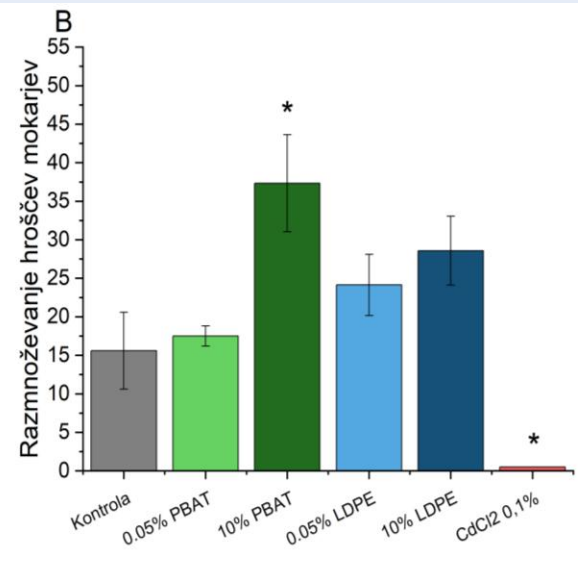


- Kadmij povzroči zmanjšano razmnoževanje hroščev mokaarjev.
- Izpostavitve 10 % PBAT mikroplastiki v žitnih otrobih značilno poveča razmnoževanje mokaarjev.

Odrasli hrošči



Razmnoževanje



3. ZAKLJUČEK



- Mocarji so primeren, enostaven in uporaben testni organizem.
- Pri izbranih testnih pogojih nerazgradljiva (LDPE) in biorazgradljiva (PBAT) mikroplastika ne povzroči negativnih učinkov na mocarje, vendar se odziv organizmov razlikuje med testiranima mikroplastikama.
- Biorazgradljiva PBAT mikroplastika lahko predstavlja dodaten vir hrane za mocarje.

- Vprašanje za naprej:

“Kakšni so učinki dolgotrajnega prehranjevanja mocarjev z biorazgradljivo plastiko, kaj to pomeni za populacijo mocarjev skozi več generacij?”

- Dijaki z raziskovalnim delom pridobijo odgovore na raznolika znanstvena vprašanja ter na ta način krepijo vedoželjnost, kritično presojo dejstev, hkrati pa samostojno rešujejo probleme.
- Dijaki z raziskovalnimi nalogami sodelujejo na tekmovanju mladih raziskovalcev Slovenije v organizaciji ZOTKS
- Sodelujejo na razpisu za Krkine nagrade za srednješolske raziskovalne naloge.



Državno tekmovanje mladih raziskovalcev Slovenije v Murski Soboti.



Podelitev Krkinih nagrad za srednješolske raziskovalne naloge.

Kam bi zavrgli vrečko iz biorazgradljive plastike?



<https://www.menti.com/alxebuox16ho>

4. VIRI in LITERATURA

- Nizzetto, L., Futter, M., Langaas, S. (2016). Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin? *Environ. Sci. Technol.*, 50 (20), 10777–10779. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04140>
- Kokalj, A. J., Nagode, A., Drobne, D., Dolar, A. (2024). Effects of agricultural microplastics in multigenerational tests with insects; mealworms *Tenebrio molitor*. *Science of The Total Environment*, 946, 174490. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174490>
- European Bioplastics. (2022). Driving the evolution of plastics. <https://docs.european-bioplastics.org> (dostopano dne, 1. 5. 2025)
- <https://terrartropoda.wordpress.com/2013/08/11/ficha-gusano-de-la-harina-tenebrio-molitor/>
- <https://www.planetcustodian.com/effects-of-ocean-plastic-on-marine-species/14210/>
- <https://www.vetisa.si/folija-crna-lirsa-12-m-sirine-003mmcena-rola-1500-tm>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_mulch
- <https://www.dm.si/dmbio-bio-psenicni-otrobi-p4066447175820.html>
- <https://www.biorender.com/icon/well-plate-12-wells-3d-02>
- <https://www.plastics.org.nz/environment/bioplastics-degradables>