

Osnovna šola Gustava Šiliha Laporje
Laporje 31 · 2318 Laporje
Telefon: 02 829 58 50 · Faks: 02 829 58 53
www.os-laporje.si · group1.osmbgs@guest.arnes.si



SO MOKARJI (OD)REŠITELJI SODOBNEGA ČASA?

biologija

raziskovalna naloga



Avtorica: Karla Rap, 7. a

Mentorica: Barbara Čretnik, prof.

Laporje, 2019

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici gospe Barbari Čretnik za vso podporo in pomoč pri pisanju raziskovalne naloge, ter lektorici Boženi Ferenčina Brence, ki si je vzela čas za lektoriranje naloge. Prav tako se zahvaljujem tudi mojim staršem za podporo.

KAZALO:

POVZETEK	5
1 UVOD	6
2 TEORETIČNI UVOD	7
2.1 Molarji	7
2.1.1 Prehranjevanje in razmnoževanje molarjev	7
2.2 Embalaža in recikliranje	9
2. 2. 1 Stiropor	10
3 RAZISKOVALNI DEL	11
3.1 Raziskovalne metode	11
3.2 Material	11
3.3 Opis postopka eksperimenta	11
4. REZULTATI IN RAZPRAVA	15
4.1 Rezultati prvega eksperimenta	15
4.2 Rezultati drugega eksperimenta	20
5 ZAKLJUČEK	26
6 VIRI IN LITERATURA	28

KAZALO SLIK

Slika 1: Molarji jedo in uspešno prebavijo stiropor.	6
Slika 2: Molarji – od jajčk do hrošča.	8
Slika 3: Ličinka molarja.	8
Slika 4: Odrasel hrošč velikega molarja.	9
Slika 5: Zasnovan prvi eksperiment.	13
Slika 6: Število molarjev, hranjenih z moko in žagovino.	15
Slika 7: Število molarjev, hranjenih s stiroporom in z žagovino.	16
Slika 8: Število molarjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami in z žagovino.	17
Slika 9: Število molarjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami in z žagovino.	18
Slika 10: Primerjava števila molarjev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 36. dan poizkusa.	19
Slika 11: Molarji, hranjeni z moko.	20
Slika 12: Molarji, hranjeni s škrobnimi vrečkami.	20
Slika 13: Molarji, hranjeni s kartonom.	21
Slika 14: Molarji, hranjeni s plastičnimi vrečkami.	21
Slika 15: Molarji, hranjeni s stiroporom.	21
Slika 16: Primerjava števila molarjev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih glede na hrano na 29. dan poizkusa.	24

KAZALO TABEL:

Tabela 1: Postopek prvega eksperimenta na fotografijah.	12
Tabela 2: Število molarjev, hranjenih z moko in z žagovino.	15
Tabela 3: Število molarjev, hranjenih s stiroporom in z žagovino.	16
Tabela 4: Število molarjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami in z žagovino.	17
Tabela 5: Število molarjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami in z žagovino.	18
Tabela 6: Primerjava števila molarjev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 36. dan poizkusa.	19
Tabela 7: Število molarjev, hranjenih samo z moko.	21
Tabela 8: Število molarjev, hranjenih s stiroporom.	22
Tabela 9: Število molarjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami.	22
Tabela 10: Število molarjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami.	23
Tabela 11: Število molarjev, hranjenih s kartonom.	23
Tabela 12: Primerjava števila molarjev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 29. dan poizkusa.	24

POVZETEK

Namen moje raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali drži trditev, da se lahko ličinke mokarjev hranijo s stiroporom in preživijo. Želela sem ugotoviti, ali lahko moka poleg moka »kompostira« plastične vrečke, stiropor, škrobne vrečke, karton in žagovino ter preživi. Uporabila sem ličinke velikega mokarja. Naučila sem se gojiti mokarje in izvedla dva eksperimenta. Pri prvem eksperimentu sem ugotovila, da se ličinke mokarjev in hrošči hranijo z žagovino, zato so bili rezultati boljši kot pri drugem poskusu brez žagovine. Ugotovila sem, da se mokarji hranijo z vsemi naštetimi snovmi in vsaj večina mokarjev preživi en mesec. Mokarji "hrano" zaužijejo in jo s pomočjo simbiotskih bakterij pretvorijo v ogljikov dioksid in v biorazgradljive iztrebke. Zanimalo me je, ali prebavijo škrobne in plastične vrečke, predvsem zadnje so težava sodobnega časa. Zanimivo je, da mokarji res prebavijo stiropor in plastične vrečke, a je smrtnost živali višja, kot če bi se hranili z moko. Ugotovila sem, da hrana vpliva na hitrost razvojnega kroga mokarjev. Razvoj/preobrazba živali, ki so bile hranjene s škrobnimi ali plastičnimi vrečkami oz. s stiroporom, poteka počasneje. Mokarji so že prilagojeni na prehranjevanje z umetnimi polimeri, kot so stiropor in plastične vrečke. Ker pojedjo zelo malo, večjih težav verjetno ne bi povzročali. Ne vem pa, kakšne bi bile posledice pri njihovih plenilcih v prehranjevalnem spletu. Bi lahko mokarji v prihodnosti igrali ključno vlogo pri zmanjšanju odpadkov? Bi lahko bili (od)rešitelji sodobnega časa? Res je možno, a malo verjetno, ker potrebujejo ustrezne življenjske pogoje, ker zelo počasi »kompostirajo« in imajo naravne sovražnike. Zanimivo bi bilo poizkus izvajati vsaj pol leta ali celo 2 generaciji zapored. Preizkusili bi lahko, ali iztrebki mokarjev res izboljšajo rast rastlin. Menim, da če želimo živeti zdravo in ohraniti planet z veliko življenjsko pestrostjo, bo v sodobnem času potrebno najti ravnovesje med našimi željami, potrebami in naravo.

Ključne besede: mokarji, stiropor, plastične vrečke, škrobne vrečke, moka, karton

SUMMARY

The purpose of my research was to confirm or decline the claim that larvae mealworms can stay alive if they are fed with polystyrene. I wanted to discover if it is possible for worms to compost plastic bags, polystyrene, starch bags, cardboard and sawdust and still survive. I used big larvae mealworms and learned how to breed them and within this, I made two experiments. I found out that if the worms eat sawdust, the results are better than if they do not. The results showed that most of worms survive for one month, even if they eat all these materials. They consume the material and digest it into carbon dioxide and decomposable droppings, with the help of symbiotic bacteria. The main question here was what happens with starch bags and plastic bags-one of the biggest problems nowadays. Do these worms digest them or not? Furthermore, I wanted to know if these worms really digest these materials and if the mortality is higher because of this. Interestingly, the mealworms really digest styrofoam and plastic bags, but the mortality of animals is higher than if they are fed with flour. I noticed that food influences the speed of the developmental cycle of mealworms. Transformation of animals that are fed with starch or plastic bags or with the styrofoam, is slower. The mealworms are already adapted to eating artificial polymers such as styrofoam and plastic bags, and because they eat very small amount of food, this raw materials probably do not cause them major problems. On the other hand, I do not know what the consequences is for their predators in the eating web. So, the question here is whether mealworms can play a key role in reducing waste in the future? Can they be our savers? This is probably less likely, because we need suitable life conditions for these worms to grow (no predators). It would be interesting to do this experiment for at least half a year or even in a 2-generation sequence. We could try out if the droppings of worms really improve the growth of plants. In my opinion, if we want to live healthy and to preserve a planet with such a great variety of life, we will need to find a balance between our and nature's needs.

Key words: mealworms, styrofoam, plastic bags, starch bags, flour, cardboard

1 UVOD

Ko sem na internetu prebrala članek o tem (Drobne, 2015), da mokarji jedo stiropor, me je zanimalo, če to dejansko drži. Vedela sem, da so mokarji problem predvsem mlinarjem in prodajalcem moke, saj ob nepravilnem shranjevanju moke kupec najde mokarje v vrečki, ker jo jedo. Če peki pravočasno ne opazijo ličink oz. odraslih živali, te uničijo njihov pekovski izdelek. Tudi pri trgovanju mokarji povzročajo težave, ker se razmnožujejo v skladiščih žitnih izdelkov. Takšnih izdelkov nihče ne želi kupiti niti jih ne smejo prodajati, zato so primorani mokarje zatirati.

V sodobnem času izdelamo mnogo umetnih materialov, ki pa nam delajo preglavice, ko jih je potrebno reciklirati. Rada bi ugotovila, ali lahko živo bitje, kot je moka, »kompostira« plastične vrečke, stiropor, škrobne vrečke, karton in ne samo moka ter preživi. Kako takšna »hrana« vpliva na njegov razvojni krog? Bi lahko v prihodnosti igral ključno vlogo pri zmanjšanju odpadkov?

Zanimalo me je:

- ali drži, da mokarji jedo stiropor,
- ali jedo samo izdelke iz ogljikovih hidratov (moka),
- ali jedo plastične vrečke,
- ali jedo škrobne vrečke,
- ali jedo karton.



Slika 1: Mokarji jedo in uspešno prebavijo stiropor. Pridobljeno iz Mokarji kot rešitev za kopičenje odpadkov, v Dobra novica, 2015, Pridobljeno 20. december 2018, s <https://dobranovica.si/mokarji-kot-resitev-za-kopicenje-odpadkov/> . Avtorske pravice od You Yang.

2 TEORETIČNI UVOD

2.1 Molarji

Veliki molar (Tenebrio molitor L.) je žuželka, škodljivec, ki je mlinarji in pridelovalci žitnih izdelkov ne marajo, saj se hrani z njihovimi izdelki. Odrasli molarji zrastejo lahko do 2 cm. Ličinke so rumeno-bele barve, odrasel molar pa je temno rjave do črne barve. Ličinke molarjev so dolge od 12 do 25 mm. Molarji so vir proteinov in kot taki pogosta hrana plazilcem, pticam in določenim žužkojedim sesalcem ali pa so vaba za ribolov. Molarje enostavno gojimo oziroma razmnožujemo. Optimalna temperatura za razvoj molarjev je okoli 30 °C pri relativni zračni vlagi, višji od 70 %. Spadajo v družino črnih hroščev, zato so si ličinke črnega hrošča in molarja zelo podobne. Med žitnimi izdelki se najraje hranijo z moko. Škode ne opazimo le na moki, ker so aktivni predvsem ponoči, jo lahko opazimo že na izdelkih. Molarji pa niso težava le v Sloveniji, najdemo jih tudi širom Evrope. Poleg moke jedo tudi organske odpadke. Najpogosteje se prehranjujejo z mešanico suhe hrane rastlinskega izvora. Z njimi se lahko hranijo tudi kokoši, saj jim molarji zagotovijo beljakovine in maščobe. (Žigon, 2016) (Bučar, 2014)

2.1.1 Prehranjevanje in razmnoževanje molarjev

Molarji radi jedo:

- moko,
- stari kruh,
- pšenico,
- koruzo,
- ovseno kašo,
- pšenične otrobe,
- drobtine,
- toast,
- krušne drobtine,
- koruzni in pšenični zdrob,
- ostanke hrane (korenje, solata, krljci sadja, včasih koščki perutnine).

(Papler, b. d.) (Molarji – majhne kalorične bombice, 2018)

Pšenična moka vsebuje največ škroba (rastlinskega polisaharida) in tudi beljakovino gluten.

Hrošči imajo po telesu prebavila, ki vsrkavajo hranila. Prebavila so iz treh delov: sprednjega, srednjega in zadnjega črevesa. V sprednjem in zadnjem črevesu je kutikula, ki jo žuželka ob levitvi odvrže in naredi novo. V sprednjem delu so tudi žleze slinavke, kjer imajo lahko žuželke golšo, da shranjujejo hrano. Sprednji in srednji del loči zaklopka, ki lahko ima zobce. Večina prebave pa se dogaja v cevastem srednjem črevesu. V notranjem in zunanjem delu cevastega črevesa so encimi za razgradnjo hrane. Tu se tudi absorbira hrana. V zadnjem črevesju se izmenjujejo ioni, zato da vzdržujejo ionsko ravnovesje. V njem se tudi izločajo odpadni produkti prebave. Pri rastlinojedih žužkah so v zadnjem črevesju simbiotske bakterije, ki razgrajujejo celulozo. Maščobno telesce ima pri žužkah, ki se preobrazijo, pomembno vlogo. Skrbi za skladiščenje in pretvorbo hranilnih snovi. Maščobno telesce skrbi tudi za uravnavanje presnove, odpornost, nastanek rumenjaka za jajčeca in za zavetje za simbionte. (Žuželke, 2019)

Razvojni krog molarja traja od 280 do 630 dni in je odvisen od temperature. Samice hroščev imajo nekoliko daljši zadek in jajčeca ležejo na dno posode. Samica lahko v svojem življenju izleže od 300 do 600 jajčec. Ličinke se izležejo po 10 do 14 dneh in postanejo odrasle po 8 do 20 levitvah. Ta razvoj po navadi traja 3 do 4 mesece, vendar se v najslabših pogojih odrasli molar razvije v 18 mesecih. Ličinka je svetlo rumene-rjave barve, dolga od 2 do 3 cm in tehta 130 do 160 mg. Obdobje bube traja pri temperaturi 25°C od 7 do 9 dni ali celo 20 dni, če so temperature nižje. Odrasli molarji živijo približno tri mesece. Hrošč, velik 2 cm, ki se razvije iz bube, je sprva mehak in svetel, nato rdečkast in kasneje počrni. Ponavadi bube prezimijo in se pomladi razvijejo črni hrošči. So vsejedi, zato lahko jedo rastlinske materiale, tudi meso in perje. Sposobni so reciklirati rastlinske ostanke slabe kvalitete v visoko kvalitetne, energijske, beljakovinske in maščobne produkte v relativno kratkem času. ("Primeri aktivnosti pri pouku – mali molar, b. d.) (Mealworm (Tenebrio molitor), 2018)



Slika 2: Molarji – od jajčec do hrošča. [Slika na spletu]. (2018). Pridobljeno 3. januar 2019 s <https://ds-reptiles.com/molarji-majhne-kaloricne-bombice/>



Slika 3: Ličinka molarja. [Slika na spletu]. Pridobljeno 15. januar 2019 s <https://zivalipripouku.weebly.com/mokar---primeri-aktivnosti-pri-pouku.html>



Slika 4: Odrasel hrošč velikega molarja. [Slika na spletu]. Pridobljeno 17. februar 2019 s https://www.google.com/search?q=odrasel+mokar&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjyXKQqz7XgAhUKCewKHYY0mAq0Q_AUjDigB&biw=1680&bih=908#imgrc=jvrQ3bF7Crnk5M

2.2 Embalaža in recikliranje

Plastične vrečke

Plastične vrečke so najpogosteje za enkratno uporabo, včasih pa za ponovno uporabo. Večinoma so narejene iz nafte, naravnega plina ali petrokemičnega derivata, kar se pretvori v vodik in ogljik. Po navadi tehtajo le nekaj gramov. Plastične vrečke se razgrajujejo od 20 do 1000 let. Vendar vseeno nikoli ne razpadejo, saj niso biorazgradljive. To predstavlja veliko škodo za okolje in grožnjo za živali, ki lahko te vrečke pojedjo. Veliko škodo povzročajo podtalnici, ki je zaradi tega onesnažena. (Plastična vrečka, 2018)

Plastične vrečke imajo pogosto oznako PE (polieten ali polietilen), natančneje PE–LD (polieten nizke gostote) ali PE – HD (polieten visoke gostote). Polieteni nastanejo s polimerizacijo (kemijska reakcija) etenov v večjo makromolekulo. (Smrdu, 2013)

Škrobne vrečke

Uporabila sem bio razgradljive vrečke za bioodpadke znamke Piskar. Izdelane so iz rastlinskega (koruznega, krompirjevega) škroba ali polimerov mlečne kisline. S škrobnimi vrečkami skrbimo za čisto okolje. Uporabljamo jih lahko za organske odpadke. Primerne pa so tudi za kompostiranje, ker razpadejo v vodo, ogljikov dioksid in kompost. Biorazgradljive vrečke: skrbimo za dom in okolje, 2019)

Škrob je ogljikov hidrat, ki ga najdemo v semenih in gomoljih rastlin, ker predstavlja za rastlino zalogo hrane. Je naravni polimer, ki je zgrajen iz dveh polisaharidov: amilopektina in amiloze. Prvi se v vodi ne raztaplja, in je zgrajen iz več tisoč molekul glukoze. Amiloza je prav tako zgrajena iz molekul glukoze, vendar se v vodi raztaplja. Človek škrob lahko prebavi, zato ima škrob pomembno vlogo v človekovi prehrani, ker je vir energije. (Smrdu, 2013)

Karton

Karton ima veliko vrednost, saj je narejen iz obnovljivega vira, lesovine. Je varen in zaupljiv material, tudi glede pakiranja hrane. Embalažo iz kartona bi lahko reciklirali. Vanj bi lahko zapakirali skoraj vse. Glede embalaže ima veliko konkurenco drugih materialov. Karton je trajnostni material. (Rex, 2017)

Karton je izdelan iz lesovine, ki vsebuje celulozo. Le ta je najbolj razširjena organska snov na Zemlji. Zgrajena je iz molekul glukoze in daje rastlinam oporo. V vodi se ne topi. Ljudje jo prebavimo, vendar je ne moremo razgraditi, ker nimamo encimov za njeno razgradnjo. Celuloza je ogljikov hidrat, ki jo uvrščamo v skupino naravnih polisaharidov oz. polimerov. (Smrdu, 2013)

Recikliranje

Recikliranje je predelava že uporabljenih snovi v nekaj novega. Namen je zmanjšanje porabe svežih surovin. Hkrati pa s tem pripomoremo k zmanjšanju odpadkov. Mogoče je reciklirati papir, steklo, tkanine, elektroniko in plastiko. (Recikliranje, b. d.)

Kompostiranje

Druga možnost za odlaganje bioloških odpadkov je kompostiranje. Kompostnik lahko naredimo tudi doma, postavimo ga v polsenčen ali v senčen prostor, biti mora dostopen in v zavetrju. Iz vseh strani mora biti zračen in imeti neposreden stik s tlemi. Kompostniki so narejeni iz lesa ali plastike. S kompostom lahko izboljšamo sestavo prsti in zadrževanje vlage, prezračevanje tal in zadrževanje toplote ter pridelamo zdrave rastline, ki imajo plodove z boljšim okusom.

V kompostnik lahko damo: odpadno vejevje, žagovino, travo, listje, okrasne rastline, plevel, gnilo sadje, zelenjavne in sadne odpadke, jajčne lupine, ostanke nekuhane hrane, steljo rastlinojedih živali, papir, kavno usedlino, filter vrečke.

V kompostnik pa ne smemo dati: plastike, stekla, kovine, keramike, kosti, maščobe, zdravil, plen. (Kompostiranje, 2014)

2.2.1 Stiropor

Stiropor spada med cenene umetne mase. Narejen je iz fenola in etena. Prvič je bil izdelan leta 1951 v Nemčiji. Je lažji od vode. Stiropor je bele barve. Uporabljamo ga za izolacijo, izdelavo električnih vodnikov, za izdelavo gumbov, igrač, lončkov, držal, za vzgojo sadik, za rahljanje zemlje, za izdelavo desk za surfanje, za izdelavo rešilnih jopičev ter za izdelavo vodnih boj. V vodi je netopen in ne oddaja snovi, ki bi onesnaževale podtalnico. Lahko se ga popolnoma reciklira, vendar velika količina stiropora pristane na divjih odlagališčih ali v morju. Človeku majhna količina zaužitega stiropora ne bi povzročila nevarnosti. (Polistiren, b. d.) (Helena, b. d.)

Stiropor je izdelek, ki je zgrajen iz polistirena (ali poli(feniletena)), zato ga prepoznamo pod mednarodno oznako PS. Nastane s polimerizacijo stirena. (Smrdu, 2013)

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 Raziskovalne metode

Pri pisanju raziskovalne naloge sem uporabila različne metode raziskovalnega dela. V uvodnem delu sem uporabila metodo dela z viri in literaturo. Večji del raziskovalne naloge je predstavljalo eksperimentalno delo. Eksperimentalno delo je potekalo v naravoslovni učilnici v januarju, februarju in marcu 2019. Temperatura naravoslovne učilnice je bila okoli 22 °C. V sklepnem delu sem uporabila metodo analize in sinteze. Pri analiziranju in pisanju raziskovalne naloge sem potrebovala računalniško opremo, računalniške programe Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint in Adobe Reader. Pri eksperimentalnem delu sem najprej naredila načrt eksperimenta.

3.2 Material

Pri svoji raziskovalni nalogi sem uporabila:

- plastični terarij (20 l),
- 4 posode za opazovanje,
- 5 steklenih kozarcev,
- žagovino,
- stiropor,
- 6 večjih plastičnih vrečk
- 20 škrobnih vrečk (Piskar)
- gladko pšenično moko (pomurska, tip 500) .

Raziskovalna vprašanja, ki sem si jih zastavila, so:

- ali drži, da molarji jedo stiropor,
- ali molarji jedo samo izdelke iz ogljikovih hidratov (moka),
- ali jedo plastične vrečke,
- ali jedo škrobne vrečke,
- ali jedo karton.

Vseskozi me tudi zanima, ali molarji preživijo, če se hranijo s takšno »neobičajno« hrano, kot so plastika, stiropor in škrobne vrečke.

Načrt eksperimenta:

1. posoda: žagovina, moka,
2. posoda: žagovina, stiropor,
3. posoda: žagovina, plastične vrečke,
4. posoda: žagovina, škrobne vrečke.

V vsako posodo sem dala tudi 30 ličink molarjev (približno enake velikosti).

3.3 Opis postopka eksperimenta

Ličinke molarjev sem kupila v trgovini Zootic in jih dva tedna gojila v terariju. Zasnovala sem poskus, in sicer sem v štiri posode dala enako število molarjev ter v prvo moko za kontrolo. V drugo posodo sem dala stiropor, da bi preverila, če članek o tem, da molarji lahko pojedjo in prebavijo stiropor, drži. V tretjo posodo sem dala plastične vrečke in v četrto škrobne vrečke, da sem preverila, če drži, da se

mokařji hranijo s tem in preživijo. K moki, plastičnim in škrobnim vrečkam ter stiroporu sem dodala še enako količino (40 ml) žagovine, za osnovo. Vsak teden sem spremljala, koliko ličink je živih, koliko jih je poginilo in če je kaj bub oz. odraslih hroščev.

Vse fotografije v raziskovalnem delu sem posnela sama v razredu, kraju Laporje, od januarja do marca 2019.

Tabela 1: Postopek prvega eksperimenta na fotografijah.

	
<p>Gojitveni terarij</p>	<p>Gojenje mokařjev</p>
	
<p>Ličinke mokařjev</p>	<p>Žagovina za osnovo</p>

So molarji (od)rešitelji sodobnega časa?

	
Mokarji v moki in žagovini	Mokarji v plastičnih vrečkah z žagovino
	
Mokarji v škrobnih vrečkah z žagovino	Mokarji v stiroporu z žagovino



Slika 5: Zasnovan prvi eksperiment.

Zdelo se mi je nenavadno, ker je poginilo malo mokaarjev. Pri ponovnem prebiranju literature sem prebrala, da lahko mokaarji jedo tudi les, zato sem še enkrat nastavila eksperiment, v katerem žagovine nisem dodala:

- 1. posoda: gladka moka,
- 2. posoda: stiropor,
- 3. posoda: plastične vrečke,
- 4. posoda: škrobne vrečke,
- 5. posoda: karton.

V vsako posodo sem dala tudi 70 mokaarjev. Mokaarje sem kupila v trgovini Hobi Pet Center.

Število mokaarjev sem beležila oz. jih preštela enkrat tedensko.

4. REZULTATI IN RAZPRAVA

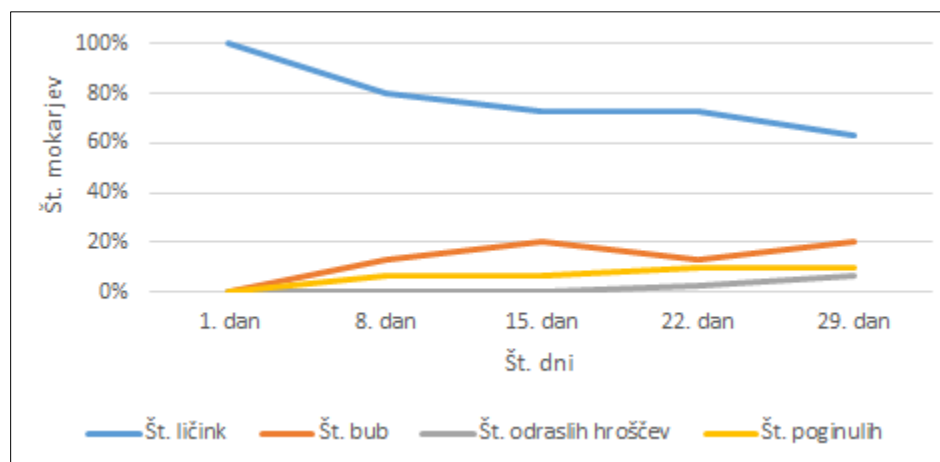
4.1 Rezultati prvega eksperimenta

Vsak petek sem preštela, koliko je bub, ličink in odraslih hroščev ter koliko živali je poginilo. Rezultate sem vnesla v tabelo in izdelala vrstične grafe. Iz vrstičnih grafikonov je razvidno, da število ličink pada, ker se preobrazijo v bube oz. iz bube v odraslo žival. Število ličink se zniža tudi, če žival pogine. Število bub pa narašča, ker se ličinke molarja zabubijo, in se spet niža, ker se nekaj bub preobrazi v črne oziroma odrasle hrošče. Nekaj živali je predvsem v obdobju ličinke poginilo.

Tabela 2: Število molarjev, hranjenih z moko in z žagovino.

MOKA + ŽAGOVINA	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	30	0	0	0
8. dan	24	4	0	2
15. dan	22	6	0	2
22. dan	22	4	1	3
29. dan	19	6	2	3
36. dan	14	8	4	4

- Po petih tednih poizkusa je poginulo 13,3 % molarjev,
- 6,7 % teh živali je poginilo do 8. dne.

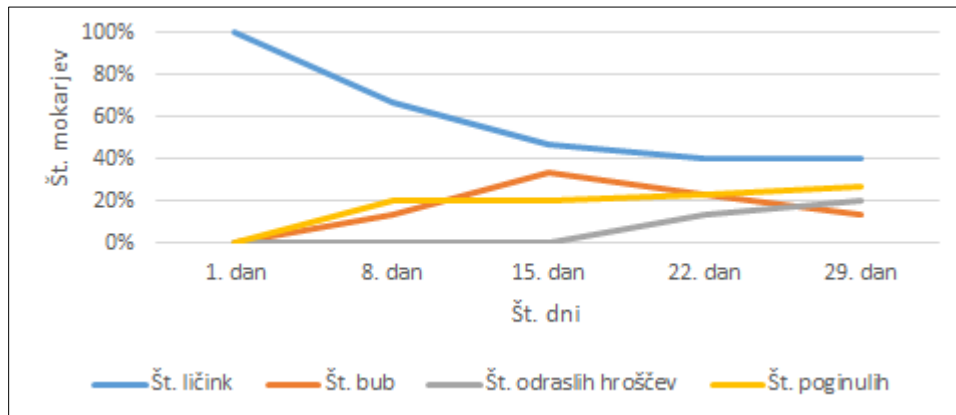


Slika 6: Število molarjev, hranjenih z moko in žagovino.

Tabela 3: Število molarjev, hranjenih s stiroporom in z žagovino.

STIROPOR + ŽAGOVINA	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	30	0	0	0
8. dan	20	4	0	6
15. dan	14	10	0	6
22. dan	12	7	4	7
29. dan	12	4	6	8
36. dan	11	5	6	8

- Do 36. Dneva poizkusa je poginilo 26,7% molarjev,
- 20 % živali je poginilo do 8. dne,
- kar tretjina živali se je po drugem tednu zabubila.

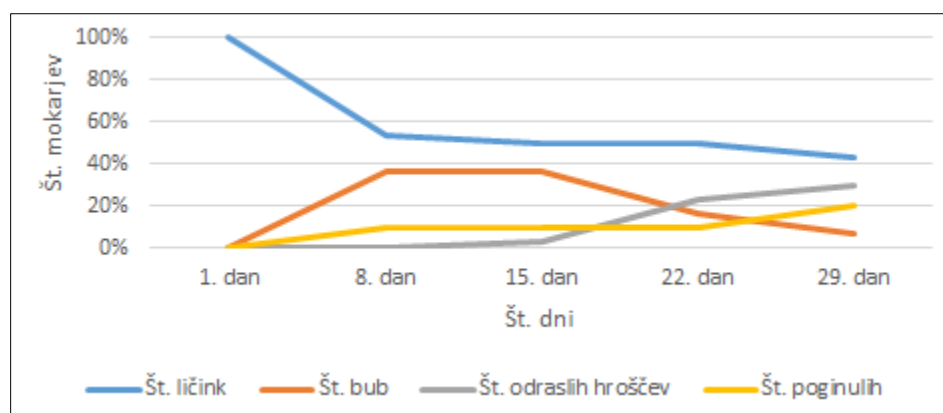


Slika 7: Število molarjev, hranjenih s stiroporom in z žagovino.

Tabela 4: Število mokařjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami in z žagovino.

PLASTIČNE VREČKE + ŽAGOVINA	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	30	0	0	0
8. dan	16	11	0	3
15. dan	15	11	1	3
22. dan	15	5	7	3
29. dan	13	2	9	6
36. dan	11	3	9	7

- Po petih tednih je poginulo 23,3 % mokařjev,
- 10 % poginulih živali je poginilo v prvem tednu.

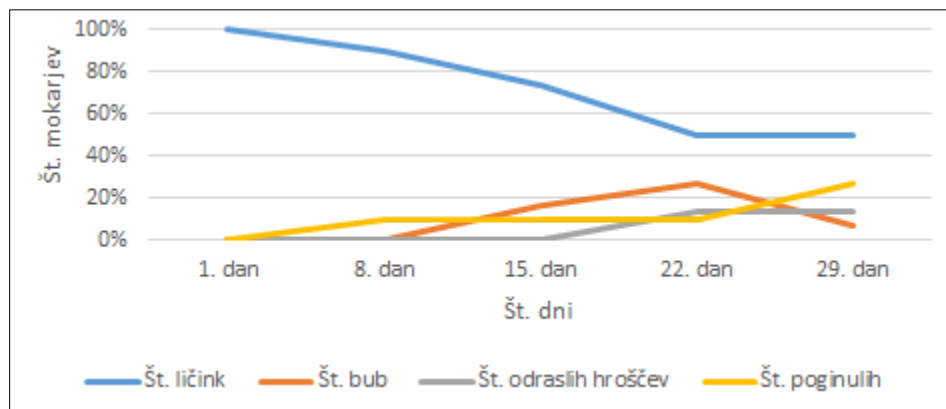


Slika 8: Število mokařjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami in z žagovino.

Tabela 5: Število molarjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami in z žagovino.

ŠKROBNE VREČKE + ŽAGOVINA	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	30	0	0	0
8. dan	27	0	0	3
15. dan	22	5	0	3
22. dan	15	8	4	3
29. dan	15	2	4	8
36. dan	15	2	4	9

- Po petih tednih je poginilo 30 % molarjev,
- 10 % poginulih živali je poginilo po prvem tednu.

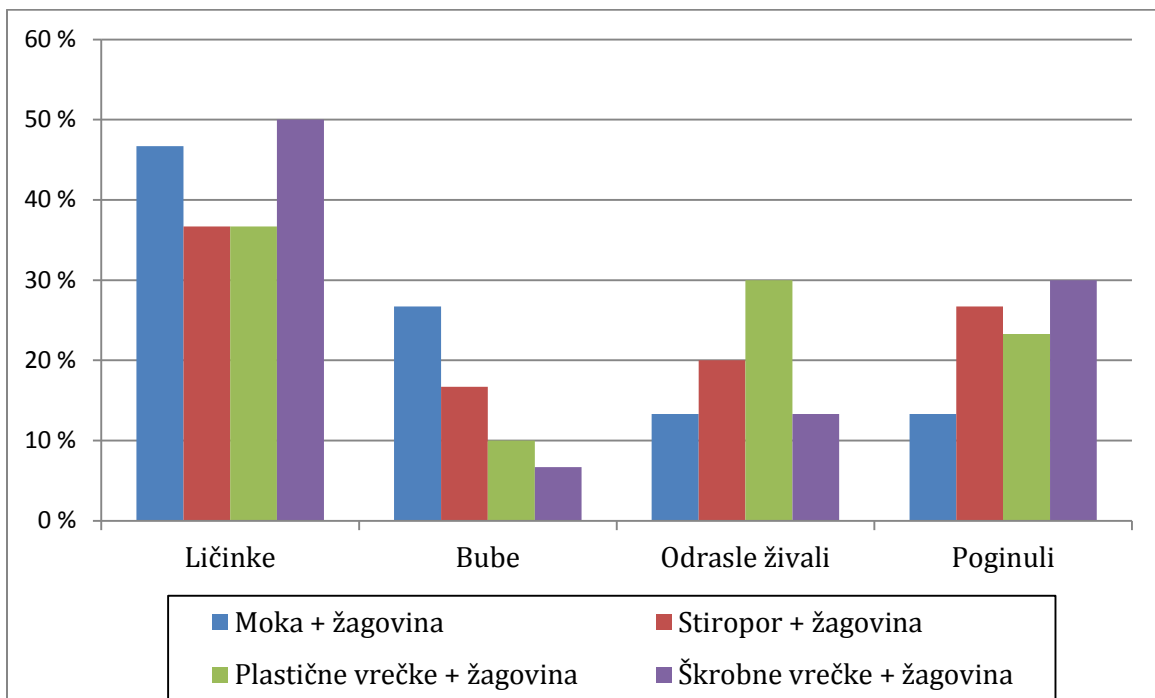


Slika 9: Število molarjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami in z žagovino.

Število živali sem preračunala v odstotke in jih zapisala v tabelo 6, da sem vrednosti kasneje lažje primerjala.

Tabela 6: Primerjava števila mokažev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 36. dan poizkusa.

	LIČINKE [%]	BUBE [%]	ODRASLE ŽIVALI [%]	POGINULI [%]	SKUPAJ [%]
MOKA + ŽAGOVINA	46,70	26,70	13,30	13,30	100
STIROPOR + ŽAGOVINA	36,70	16,70	20	26,70	100
PLASTIČNE VREČKE + ŽAGOVINA	36,70	10	30	23,30	100
ŠKROBNE VREČKE + ŽAGOVINA	50	6,70	13,30	30	100



Slika 10: Primerjava števila mokažev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 36. dan poizkusa.

Iz prvega eksperimenta sem ugotovila, da največ mokažev preživi, če se hranijo z moko in žagovino (samo 13,30 % živali je poginilo). Smrtnost je naraščala, če so se živali hranile s plastičnimi vrečkami in žagovino (23,30 %). Nekoliko višja smrtnost (26,70 %) je bila pri hranjenju s stiroporom in žagovino in najvišja, če so se mokaži prehranjevali s škrobnimi vrečkami in žagovino (30 %).

Po petih tednih je kar 50 % živali, ki so se hranile s škrobnimi vrečkami in žagovino, bilo v stadiju ličinke. Kar 30 % živali (največ od vseh primerov) je poginilo. Preostalih 20 % živali je ali zabubljenih (6,70 %) ali pa preobraženih v hrošča (13,30 %).

Ugotovila sem, da sta razvoj/preobrazba živali, ki so bile hranjene s škrobnimi vrečkami in žagovino, poteka najpočasneje. Tudi odstotek poginulih je bil kar visok – vsaka 4. žival je poginila v 5 tednih.

Po petih tednih je 50 % živali, hranjenih s škrobnimi vrečkami, bilo še vedno v fazi ličinke. Iz opazovanjem sem ugotovila, da imajo živali dovolj močne čeljusti, da odgriznejo hrano, ki so jo imele na razpolago. Verjetno hrana vpliva na procese v prebavilih živali – težave imajo s presnavljanjem škroba – ker imajo mokaerji v prebavilu simbiotske bakterije za presnavljanje celuloze.

Če so se ličinke hranile s stiroporom oz. plastičnimi vrečkami in žagovino, pa je 13,30 % manj živali bilo v fazi ličinke. Očitno lažje prebavijo umetni masi, plastične vrečke (PE) in stiropor (PS), kot pa škrobne vrečke. Zanima me, ali je kriva kombinacija hrane z žagovino.

Število bub je povezano tudi s številom odraslih hroščev. V posodah, kjer so se živali prej zabubile, so se tudi prej preobrazile v hrošče.

Najvišji odstotek hroščev je bil v posodi, kjer so bile plastične vrečke in žagovina. Tudi vsaka 5. žival, hranjena s stiroporom in žagovino, je bila odrasla. Najmanj odraslih živali je bilo v posodah z moko oz. s škrobnimi vrečkami in žagovino (13,30 %).

Presenetilo me je, da je razvoj živali, ki so se hranile s stiroporom in žagovino, bil tako hiter – kar 30 % živali je po petih tednih bilo v stadiju hrošča. Ugotovila sem pa tudi, da je vsaka 4. žival poginila.

Najboljša hrana za mokaerje je moka z žagovino, ker je razvoj živali najbolj konstanten in najmanj živali pogine.

4.2 Rezultati drugega eksperimenta

Ker sem med opazovanjem poskusa ugotovila, da lahko mokaerji jedo tudi žagovino, sem se odločila, da bom nastavila še en poskus, kjer žagovine nisem uporabila. V vsako posodo sem dala 70 mokaerjev, nato v prvo samo moko, v drugo stiropor, v tretjo na večje kose narezane plastične vrečke, v četrto narezane škrobne vrečke in v zadnjo narezan karton.



Slika 11: Mokaerji, hranjeni z moko.



Slika 12: Mokaerji, hranjeni s škrobnimi vrečkami.

Na fotografiji (Slika 11) se v desnem kotu spodaj jasno vidi, da so ličinke mokaerjev pogrizle škrobne vrečke.



Slika 13: Mokarji, hranjeni s kartonom.



Slika 14: Mokarji, hranjeni s plastičnimi vrečkami.



Slika 15: Mokarji, hranjeni s stiroporom.

Na slikah 13 –15 se vidi, da so mokarji pogrizli plastične vrečke, da se hranijo s kartonom in s stiroporom.

Med opazovanjem mokarjev sem videla, da vztrajno plazijo po hrani in jo grizejo z močnimi čeljustmi. Na dnu steklenih kozarcev je opaziti drobce, izločke mokarjev. Iz kozarcev se širi močan vonj po razpadanju, primešan z vonjem po »umetnem«. Najmočnejši vonj se širi od posode s škrobnimi vrečkami. Mokarji so se podnevi zelo lenobno premikali. Če sem se jih dotaknila, so se začeli hitro premikati. Nikoli nisem videla, da bi odrasli hrošči poleteli.

Ko sem proti koncu eksperimenta štela živali, v posodah nisem več naštel vseh 70 živali. Opazila sem, da se mokarji hranijo s poginulimi živalmi.

Tabela 7: Število mokarjev, hranjenih samo z moko.

MOKA	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	70	0	0	0
8. dan	67	0	0	3
15. dan	65	2	0	3
22. dan	62	3	0	5
29. dan	53	10	0	7

- Po enem mesecu je 10 % živali poginilo,
- 14,3 % živali se je zabubilo v tem času.
- Živali so bile dobro rejene in živahne.

Tabela 8: Število mokařjev, hranjenih s stiroporom.

STIROPOR	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	70	0	0	0
8. dan	69	1	0	0
15. dan	57	1	0	12
22. dan	53	1	0	16
29. dan	50	0	0	20

- Živali so v razmeroma dobrem stanju, so živahne in se premikajo,
- 28,6 % živali je poginilo, tudi buba.

Tabela 9: Število mokařjev, hranjenih s plastičnimi vrečkami.

PLASTIČNE VREČKE	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	70	0	0	0
8. dan	67	0	0	3
15. dan	62	1	0	7
22. dan	56	2	0	12
29. dan	52	0	0	18

- 25,7 % živali je po enem mesecu poginilo, tudi bube,
- Živali se premikajo, vendar počasneje,
- Opazila sem zelo malo levov.

Tabela 10: Število mokaerjev, hranjenih s škrobnimi vrečkami.

ŠKROBNE VREČKE	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	70	0	0	0
8. dan	68	0	0	2
15. dan	63	0	0	7
22. dan	60	0	0	10
29. dan	54	0	0	16

- Po prvem mesecu je poginilo 23 % živali,
- Nobena žival se ni zabubila niti razvila v hrošča.

Pri štetju živali, ki se hranijo s škrobnimi vrečkami, sem opazila, da imajo ličinke mokaerjev v telesu (srednjem delu črevesa) črne pike. Kaj se dogaja v prebavilu živali z simbiotskimi bakterijami, če žival uživa škrob? Živali so bile »shirane«, manj aktivne, tudi levov nisem našla ali pa jih je bilo zelo malo.

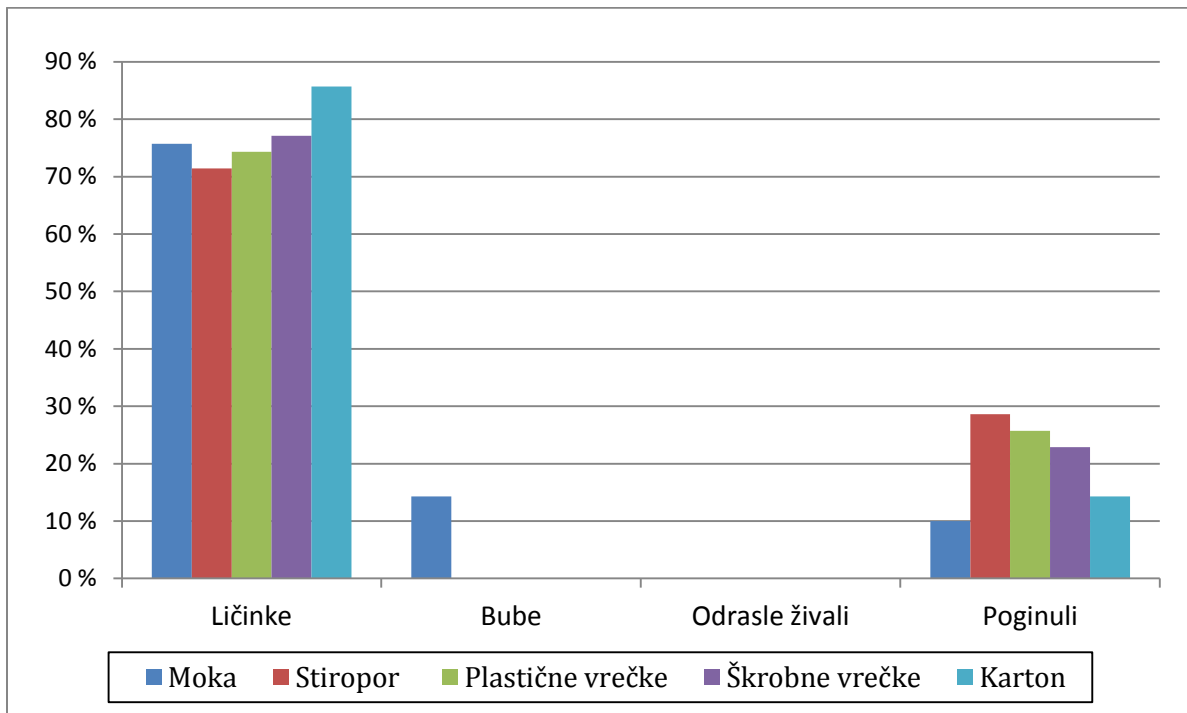
Tabela 11: Število mokaerjev, hranjenih s kartonom.

KARTON	Število ličink	Število bub	Število odraslih hroščev	Število poginulih
1. dan	70	0	0	0
8. dan	68	0	0	2
15. dan	65	1	0	4
22. dan	61	2	0	7
29. dan	60	0	0	10

- V prvem mesecu je poginilo 14,3 % živali, tudi bubi,
- Živali s aktivne, tudi v dobrem fizičnem stanju.

Tabela 12: Primerjava števila mokažev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih v odvisnosti od hrane na 29. dan poizkusa.

	LIČINKE [%]	BUBE [%]	ODRASLE ŽIVALI [%]	POGINULI [%]	SKUPAJ [%]
MOKA	75,70	14,30	0	10	100
STIROPOR	71,40	0	0	28,60	100
PLASTIČNE VREČKE	74,30	0	0	25,70	100
ŠKROBNE VREČKE	77,10	0	0	22,90	100
KARTON	85,70	0	0	14,30	100



Slika 16: Primerjava števila mokažev (v odstotkih) v različnih razvojnih obdobjih glede na hrano na 29. dan poizkusa.

Ko sem rezultate primerjala z rezultati prvega eksperimenta, sem ugotovila, da se je pri drugem eksperimentu v istem časovnem obdobju zelo malo živali zabubilo, in še to samo tiste ličinke, ki so se hranile z moko. Nobena buba se v enem mesecu ni preobrazila v hrošča. »Normalen« razvoj hroščev mokažev torej poteka, če se hranijo z moko. Bube, ki so se razvile v posodi s kartonom, plastičnimi in škrobnimi vrečkami, so poginile. Ugotovila sem, da so se mokaži (ličinke ali hrošči) hranili z odmrliimi živalmi in levi ličink.

Ugotovila sem, da največ mokarjev preživi, če se hranijo z moko (v enem mesecu pogine 10 %) in kartonom (pogine 15 % živali). Največ živali pogine, če se hranijo s stiroporom, s škrobnimi vrečkami ali plastičnimi vrečkami (odstopanja za največ 5 %). V najboljšem fizičnem stanju so bile živali, ki so se hranile z moko. V dobrem stanju so bile živali, ki so se hranile s stiroporom in z kartonom ter v slabem tiste, ki so se hranile s plastiko in škrobnimi vrečkami. Zelo poredko so se levile živali, ki so se hranile s plastičnimi in s škrobnimi vrečkami.

Primerjala sem grafikon na sliki 10 in grafikon na sliki 16 (čeprav so rezultati iz 36. oz. 29. dneva). Opazila sem bistvene razlike, ki nastanejo, če je hrani dodana žagovina. Mokarji se hranijo z žagovino (prvi eksperiment), zato življenjski cikel živali lahko poteka »normalno«, kljub dodani neobičajni hrani. Ko mokarji niso imeli možnosti izbirati med žagovino in drugo hrano, so se bili prisiljeni hraniti s tistim, kar so dobili. Če je hrani dodana žagovina, se mokarji hranijo z njo, simbiotske bakterije v črevesju živali pa razkrajajo celulozo v žagovini. Smrtnost živali, je bila v drugem eksperimentu v povprečju višja pri živalih hranjenih z umetnimi polimeri.

Ugotovila sem, da sem uporabila primerne raziskovalne metode.

5 ZAKLJUČEK

Namen moje raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali lahko živo bitje predela snovi v manj škodljive in pri tem preživi. Uporabila sem ličinke velikega mokarja. Želela sem ugotoviti, ali lahko moka poleg moke »kompostira« plastične vrečke, stiropor, škrobne vrečke, karton in žagovino ter preživi.

Ugotovila sem, da se mokarji hranijo z vsemi naštetimi snovmi in vsaj večina mokarjev preživi en mesec. Trditev, da Mokarji jedo in uspešno prebavijo stiropor, ki jo navajajo v članku, ki so ga objavili na stanfordskem Oddelku za civilno in okoljsko inženirstvo, sem torej potrdila tudi jaz. Vsaki živali so dali 34–39 mg stiropora na dan. Mokarji so "hrano" zaužili brez posebnih problemov in jo, kot običajno, polovico pretvorili v ogljikov dioksid, polovico pa so izločili kot biorazgradljive iztrebke. Trdijo, da so iztrebki povsem primerni za uporabo kot zemlja za sajenje pridelka (Drobne, 2015). Mokarji res prebavijo stiropor, a je smrtnost živali v prvem mesecu nekoliko višja – 13,3 % več jih pogine, kot če bi se hranili z moko.

Zanimalo me je, ali prebavijo škrobne in plastične vrečke, predvsem zadnje so težava sodobnega časa. Plastične vrečke onesnažujejo okolje, saj se ne razgradijo oziroma za to porabijo veliko let. Zato v Sloveniji želimo omejiti njihovo porabo. Presenetilo me je, da mokarji lahko pojedjo in prebavijo plastične vrečke in stiropor (umetna adicijska polimera). Tudi smrtnost živali, hranjenih s plastičnimi vrečkami, je bila relativno nizka (16 % višja od običajne v enem mesecu). Pričakovala bi, da bodo imeli manj težav s škrobom (13 % višja smrtnost), ker je naravni polimer. Smrtnost mokarjev pri neobičajni hrani pa narašča.

Kako takšna »hrana« vpliva na razvojni krog mokarjev? Menim, da je najboljša hrana za moka, (tudi žagovina), ker je razvoj živali najbolj konstanten in najmanj živali pogine – od 14 do 17 % manj, kot če bi se hranili s stiroporom ali Piskarjevimi biorazgradljivimi vrečkami iz škroba, ki lahko vsebujejo tudi polimere mlečne kisline. Razvojni krog traja od 280 do 630 dni, ličinke se morajo leviti vsaj osemkrat in obdobje bube traja vsaj dva tedna. V enem mesecu, kolikor sem spremljala drugi eksperiment, se je zabubilo zelo malo živali – ali so bile življenjske razmere preslabe ali pa niso bile ličinke mokarjev enako stare, kot pri prvem eksperimentu ali pa je kriva hrana. Iz obeh eksperimentov sem ugotovila, da preobrazba živali, hranjenih z »neobičajno hrano« počasnejša in živali so v slabšem fizičnem stanju.

Zanimalo me je, kakšni bodo presnovki, iztrebki. Nastanejo ogljikov dioksid in iztrebki. Le-ti imajo obliko majhne kroglice, ki je lahko nekoliko podolgovate oblike. Iztrebki so takšne barve, kot je bila »hrana«. Zavohala sem tudi vonj, ki je bil najbolj intenziven pri živalih, hranjenih s škrobnimi vrečkami.

Kakšne bi bile torej posledice, če bi se mokarji prilagodili na drugačno prehrano? Najprej sem pomislila, da bi lahko imeli ljudje velike težave, ker je večina hiš izolirana s stiroporom, ker bi ga živali pogrizle. Res je tudi, da so mokarji hrana drugim živim bitjem, kot so ptice, miši in kuščarji ter verjetno kakšnim parazitom, glivam in bakterijam, zato bi ti plenilci v naravnem prehranjevalnem spletu bistveno zmanjšali število živali. In kakšen vpliv bi imeli mokarji – hranjeni z umetnimi polimeri – na živali, ki jih uplenijo oz. celo prehranjevalno verigo, splet?

Bi lahko mokarji v prihodnosti igrali ključno vlogo pri zmanjšanju odpadkov? Bi mokarji lahko bili (od)rešitelji sodobnega časa? Res je možno, a malo verjetno. Problem je, da mokarji za življenje potrebujejo zelo suho okolje in primerno temperaturo (okrog 30 °C) in bi jim bilo potrebno te pogoje omogočiti. Drugi problem je, da ljudje dosti hitreje izdelamo stiropor in druge izdelke iz umetne mase, kot pa jih uspejo živa bitja »kompostirati«, zato je druga možnost recikliranje. Ugotoviti bi bilo potrebno

tudi, ali rastline uporabijo iztrebke mokarjev, hranjenih z umetnimi masami. Iztrebkov je zelo malo. Našla sem članek, v katerem brata Bojan in Aleš Kujavec trdita, da dajo rastline 20 % več pridelka, če jih gnojiš z organskim gnojilom iz iztrebkov ličink mokarjev, ki sta ga iznašla. Gnojilo menda vsebuje dušik, fosfor, kalij, cink, magnezij, baker, mangan, bor in še leve ličink, ki vsebujejo hitin, ki naj bi pospešil rast rastlin. (Videmšek, 2018)

Nalogo bi lahko izboljšala, če bi živali opazovala vsaj pol leta in štela živali cel razvojni krog ali celo dve generaciji zapored. Če bi delala poskus še enkrat, bi že na začetku mokarje dala samo v plastične vrečke, škrobne vrečke, moko, stiropor in karton. Preizkusila bi lahko, ali iztrebki mokarjev res izboljšajo rast rastlin.

Menim, da če želimo živeti zdravo in ohraniti planet z veliko življenjsko pestrostjo, bo v sodobnem času potrebno najti ravnovesje med našimi željami, potrebami in naravo.

6 VIRI IN LITERATURA

Biorazgradljive vrečke: skrbimo za dom in okolje! (2019). Na Piskar.si. Pridobljeno 29. januar 2019 s <https://www.piskar.si/sl/Biorazgradljive-vrecke/>

Bučar, R. (2014). Mokarji. Pridobljeno 13. januar. 2019 s <http://scurkasticno.si/mokarji>

Drobne, M. (oktober 2015). Mokarji kot rešitev za kopičenje odpadkov. Pridobljeno 20. december 2018 s <https://dobranovica.si/mokarji-kot-resitev-za-kopicenje-odpadkov/>

Helena, U. (b. d.). Stiropor. Pridobljeno 29. januar 2019 s <https://www.lep-planet.si/kaj-lahko-recikliramo/embalaza/stiropor/>

Kompostiranje. (2014). Na Simbio.si. Pridobljeno 8. februar 2019 s <https://www.simbio.si/kompostiranje>

Mealworm (Tenebrio molitor). (2018). Na Feedipedia.org. Pridobljeno 12. februar 2019 s <https://www.feedipedia.org/node/16401>

Mencinger, B. (b. d.). Mocar. Pridobljeno 12. februar 2019 s Fakultete za naravoslovje in tehniko: <http://vivarij.fnm.uni-mb.si/index.php/organizmi/mocar>

Mokarji – Majhne kalorične bombice. (2018). Na ds – reptiles.com. Pridobljeno 3. januar 2019 s <https://ds-reptiles.com/mokarji-majhne-kaloricne-bombice/>

Papler, T. (b. d.). Predelava škatle v terarij primeren za gojenje mokarjev in vsa navodila kako uspeti do popolnega razmnoževanja mokarjev. Pridobljeno 3. januar 2019 s [www.exotic-animals.org/datoteke na strani/redirect3.php](http://www.exotic-animals.org/datoteke_na_strani/redirect3.php)

Plastična vrečka (2018). Na sl.wikipedia.org. Pridobljeno 15. januar. 2019 na https://sl.wikipedia.org/wiki/Plastična_vrečka

Polistiren. (b. d.). Na Arnes.si. Pridobljeno 29. januar. 2019 s http://www2.arnes.si/~smeden/spletna_stran_papir_les_umetne_mase_in_kovine/mase/polistir.htm

Primeri aktivnosti pri pouku – mali mocar. (b. d.). Na Živali pri pouku.weebly.com. Pridobljeno 15. januar 2019 s <https://zivalipripouku.weebly.com/mocar---primeri-aktivnosti-pri-pouku.html>

Recikliranje. (2018). Na Sl.wikipedia.org. Pridobljeno 8. februar. 2019 s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Recikliranje>

Rex, R. (2017). Karton: Embalažni material za boljši svet [PDF dokument]. Pridobljeno 8. februar 2019 s https://www.gzs.si/Portals/183/Vsebine/priponke/21-dan/slo/Karton_%20material%20za%20bolj%C5%A1i%20svet_%20R.Rex.pdf

Smrdu, A. (2013). Od molekule do makromolekule. Učbenik za kemijo v 9. Razredu osnovne šole (2. izdaja). Ljubljana: Jutro.

Videmšek, P., M. (2018). Rastline ljubijo gnojilo iz iztrebkov mokarjev. Pridobljeno 20. Februar 2019 s <https://www.delo.si/novice/slovenija/rastline-ljubijo-gnojilo-iz-iztrebkov-mokarjev-79779.html>

Žigon, P. (2016). Mokarji: Mokarji (*Tribolium* sp.). Pridobljeno 20. december 2018 s <https://www.ivr.si/skodljiviec/mokarji/#1511794986291-bf8541a8-3c50>

Žuželke. (2019). Na Sl.wikipedia.org. Pridobljeno 9. februar 2019 s <https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%BDu%C5%BEelke>