

OŠ GUSTAVA ŠILIHA VELENJE
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

ODGANJANJE MOKRIC Z NARAVNIMI PRIPRAVKI

Tematsko področje: EKOLOGIJA Z VARSTVOM OKOLJA

Avtor:

Jaka Aleksander Sever 9. razred

Mentorici:

Suzana Pustinek, prof. biol.
mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Velenje, 2023

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorici: Suzana Pustinek prof. biol.
 mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Datum predstavitve: marec 2023

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Rn

KG mokrice / naravno škropivo / stopnja obgrizenosti / polifenol-oksida / krompir /

AV SEVER, Jaka Aleksander

SA PUSTINEK, Suzana / POVŠE, Anita

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2023

IN **ODGANJANJE MOKRIC Z NARAVNIMI PRIPRAVKI**

TD Raziskovalna naloga

OP VIII, 34 s., 2 tab., 25 sl., 1 graf., 29 ref.

IJ SL

JI sl

AI Mokrice so kopenski raki, ki se zadržujejo v vlažnih območjih in jih tako lahko najdemo v vrtovih, kjer drobijo rastlinski odpad. Občasno zaidejo tudi na naše pridelke, s katerimi se lahko prehranjujejo. Osnovni namen raziskave je bil izdelati škropiva iz naravnih in lahko dostopnih sestavin, ki bi mokrice odgnala s pridelkov. Raziskovalci so izdelali šest škropiv, in sicer iz koprive, popra, sode bikarbone, kamilice in kave ter škropivo, pridobljeno z ekstrakcijo polifenol-oksida iz krompirja, da bi ugotovili, katero najbolj učinkuje. V terarij so naselili populacijo mokric vrste *Porcellio scaber* in jih hranili z rezinami krompirja, poskropljenimi s temi škropivi. Opazovali so, kako so določene rezine mokrice obgrizle in s pomočjo 4-stopenjske lestvice določili učinkovitost posameznih pripravkov. Raziskava je pokazala, da je najučinkovitejši pripravek, pridobljen z ekstrakcijo encima polifenol-oksida, ki se nahaja v gomolju krompirja. Za ta encim je znano, da mokricam oslabi čutili za vonj in okus, zato se s hrano, ki je tretirana s tem pripravkom, ne prehranjujejo več. Raziskava je pokazala, da obstaja učinkovito naravno, doma izdelano škropivo, ki odganja mokrice.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, 2022/2023

CX woodlice / natural spray / bite rate / polyphenol-oxidase / potato

AU SEVER, Jaka Aleksander

AA PUSTINEK, Suzana / POVŠE, Anita

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2023

TI **REPELLING WOODLICE WITH NATURAL PREPARATIONS**

DT RESEARCH WORK

NO VIII, 34 p., 2 tab., 1 graf, 25 fig., 29 app.

LA SL

AL sl / en

AB Woodlice are terrestrial crustaceans that linger in moist areas and can thus be found in gardens where they crush plant waste. Occasionally, they also come to our crops on which they can start feeding. The primary purpose of the study was to produce sprays from natural and easily accessible ingredients that would repel woodlice from crops. Researchers made six sprays – from nettle, pepper, baking soda, chamomile and coffee, as well as the spray obtained by extraction of polyphenol-oxidase from potatoes to find out which one has the best effect. A population of woodlice species *Porcellio scaber* was inhabited in the terrarium and was given potato slices, sprayed with the preparations. Researchers observed how woodlice gnawed certain slices. With the help of a 4-stage scale, the efficiency of individual sprays was determined. The study found that the most effective preparation was the one obtained by the extraction of the polyphenol-oxidase enzyme, located in the potato tuber. The enzyme is known to weaken woodlice senses for smell and taste, so they no longer feed on the food treated with this preparation. The study found that there is an effective natural, home-made spray that repels woodlice.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO TABEL	VI
KAZALO SLIK	VI
KAZALO GRAFOV	VII
SEZNAM OKRAJŠAV	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 UVRSTITEV MOKRIC V SISTEM	3
2.2 ANATOMIJA IN FIZIOLOGIJA MOKRIC	3
2.3 EKOLOŠKO – MORFOLOŠKI TIPI MOKRIC	5
2.4 ŽIVLJENJSKI PROSTOR MOKRIC	6
2.5 EKOLOGIJA MOKRIC	6
3 METODE DELA	8
3.1 NABIRANJE TESTNIH ORGANIZMOV	8
3.2 PRIPRAVA TERARIJA IN GOJENJE MOKRIC	9
3.3 IZBIRA HRANE ZA MOKRICE	10
3.4 PRIPRAVA NARAVNEGA ŠKROPIVA	11
3.5 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKROPIV	14
3.5.1 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKROPIV S ŠTETJEM MOKRIC	14
3.5.2 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKOPIV NA PODLAGI OBGRIZENOSTI KROMPIRJA	14
4 REZULTATI	16
4.1 OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI NARAVNIH ŠKROPIV S ŠTETJEM MOKRIC.	16
4.2 OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI NARAVNIH ŠKROPIV NA PODLAGI OBGRIZENOSTI KROMPIRJA	18
5 DISKUSIJA	22
6 ZAKLJUČEK	28
7 POVZETEK	29
8 A SUMMARY	30
9 LITERATURA IN VIRI	31
ZAHVALA	

KAZALO TABEL

TABELA 1: ŠTEVILO MOKRIC NA TRETIRANIH REZINAH JABOLKA.	16
TABELA 2: OCENA OBGRIZENOSTI REZIN KROMPIRJA, KI SO POŠKROPLJENE Z DOLOČENIMI PRIPRAVKI.	20

KAZALO SLIK

SLIKA 1: ZARADI MOKRIC OBGRIZENE JAGODE Z DOMAČEGA VRTA (FOTO: S. PUSTINEK).....	1
SLIKA 2: ZGRADBA TELESA MOKRIC (VITTORI, 2013).	4
SLIKA 3: EKOLOŠKO-MORFOLOŠKI TIPI MOKRIC (CONTRERAS, CARMEN, 2011).	6
SLIKA 4: MOKRICE PRI PREHRANJEVANJU Z ORGANSKIM MATERIALOM (WHAT ARE ..., 2023)... 7	
SLIKA 5: MOKRICA (<i>PORCELLIO SCABER</i>) V TERARIJU (FOTO: J. A. SEVER).	8
SLIKA 6: MLADI OSEBKI MOKRIC (FOTO: J. A. SEVER).	8
SLIKA 7: TERARIJ PRIPRAVLJEN ZA GOJENJE MOKRIC (FOTO: J. A. SEVER).	9
SLIKA 8: MOKRICE NA KROMPIRJU (FOTO: J. A. SEVER).	10
SLIKA 9: PRIPRAVEK IZ KOPRIVE (FOTO: J. A. SEVER).	11
SLIKA 10: IZDELAVA PRIPRAVKA IZ POPRA (FOTO: J. A. SEVER).	12
SLIKA 11: IZDELAVA PRIPRAVKA IZ KAVE (FOTO: J. A. SEVER).	12
SLIKA 12: IZDELAVA PRIPRAVKA IZ SODE BIKARBONE (FOTO: J. A. SEVER).	13
SLIKA 13: PRIPRAVEK IZ KAMILICE (FOTO: J. A. SEVER).	13
SLIKA 14: POSTOPEK IZDELAVE PRIPRAVKA IZ ENCIMA POLIFENOL-OKSIDAZE (FOTO: J. A. SEVER).	14
SLIKA 15: STOPNJE OBGRIZENOSTI KROMPIRJA (FOTO: J. A. SEVER).	15
SLIKA 16: Z NARAVNIMI ŠKROPIVI POŠKROPLJENE REZINE JABOLKA V TERARIJU (FOTO: J. A. SEVER).	17
SLIKA 17: NAJVEČ MOKRIC JE BILO NA REZINI JABOLKA, KI JE BILA POŠKROPLJENA S PRIPRAVKOM IZ POPRA (FOTO: J. A. SEVER).	18
SLIKA 18: REZINE KROMPIRJA, POŠKROPLJENE Z RAZLIČNIMI PRIPRAVKI IN NAMEŠČENE V PETRIJEVKE (FOTO: J. A. SEVER).	19
SLIKA 19: PRIMERJAVA NAJBOLJ OBGRIZENEGA KROMPIRJA BREZ ŠKROPIVA (KONTROLA) Z NEOBGRIZENIM KROMPIRJEM POŠKROPLJENIM Z NaHCO_3 (FOTO: J. A. SEVER).	21
SLIKA 20: VELIK IZBOR FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV (ŠKROPIVA, 2023).	22

SLIKA 21: POČRNJEN KROMPIR ZARADI DELOVANJA POLIFENOL-OKSIDAZE (FOTO: J. A. SEVER).	24
SLIKA 22: pH EKSTRAKTA IZ KROMPIRJA PRED DODANO SODO BIKARBONO (LEVO) IN PO DODANI SODI BIKARBONI (DESNO) (FOTO: J. A. SEVER).	25
SLIKA 23: EKSTRAKT PPO HITREJE POČRNI OB DODATKU SODE BIKARBONE (LEVO) (FOTO: J. A. SEVER).	25
SLIKA 24: PRIMERJAVA JAGODE POŠKROPLJENE S PPO Z NEPOŠKROPLJENO (FOTO: J. A. SEVER).	26
SLIKA 25: IZDELAVA RAZLIČNIH NARAVNIH ŠKROPIV (FOTO: J. A. SEVER).....	28

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: POVPREČJE OBGRIZENOSTI REZIN KROMPIRJA POŠKROPLJENIMI Z RAZLIČNIMI PRIPRAVKI.	24
---	----

SEZNAM OKRAJŠAV

OŠ	Osnovna šola
s sod.	s sodelavci
npr.	na primer
oz.	oziroma
PPO	polifenol-oksidaža
ml	mililiter
g	gram
mm	milimeter
UV	ultravijolična svetloba

1 UVOD

Mokrice (*Oniscidea*), bolj znane po imenu prašički, so skupina rakov (*Crustacea*), ki se je uspešno preselila na kopno. Čeprav ne živijo v vodi, imajo še vedno potrebo po visoki vsebnosti vlage v prostoru kjer živijo, na kar nam nakazuje že njihovo slovensko ime – mokrice. Zato jih večinoma najdemo pod razpadajočim lesom ali v temnih, vlažnih špranjah, kjer se prehranjujejo z ostanki rastlin. Pred izsušitvijo se zaščitijo tudi tako, da se zbirajo v gručah in so aktivne večinoma ponoči.

Večinoma se prehranjujejo z razpadajočimi organskimi delci, vendar pri izbiri hrane niso izbirčne. Zaradi tega jih lahko najdemo na trohnečem lesu, v odpadlem listju, pod koriti rož, v kompostu, med kuhinjskimi odpadki ali celo v okolici hlevskega gnoja. Najdemo jih praktično povsod, kjer je dovolj vlage in razpadajočih organskih delcev. V ekosistemu imajo pomembno vlogo pri razgradnji organskega materiala, saj predstavljajo pomemben člen pri kroženju snovi v naravi.

Ker se mokrice prehranjujejo z vsakršnim organskim materialom, ki vsebuje dovolj vlage, jih lahko opazimo tudi na domačem vrtu. V poletnih mesecih sem pri nabiranju vrtnih jagod opazil, da so nekatere obgrizene. Zanimalo me je, kaj je obgrizlo jagode, zato sem jih začel natančneje opazovati. Opazil sem, da se na jagodah zadržujejo in se z njimi prehranjujejo mokrice. Ker je bilo poletje vroče in sušno, so obgrizene jagode postale vedno večji problem, saj so se mokrice prehranjevale z mojim najljubšim sadežem.



Slika 1: Zaradi mokric obgrizene jagode z domačega vrta (Foto: S. Pustinek).

NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE

Da bi preprečil nadaljnjo prehranjevanje mokric z našimi pridelki, sem začel raziskovati, kako bi na naraven in okolju neškodljiv način odgnal mokrice. V ta namen sem pripravil različne naravne pripravke, s katerimi bi lahko poškropil jagode. Namen moje raziskave je bil odkriti, kateri naravni pripravek najbolj učinkovito odganja mokrice z našega vrta.

HIPOTEZE:

- Pripravke za odganjanje mokric je preprosto izdelati doma.
- Za izdelavo naravnih pripravkov za odganjanje mokric so sestavine enostavno dostopne in poceni.
- Najmanj bo učinkovit pripravek iz kamilice.
- Najbolj bo učinkovit pripravek iz popra.

2 PREGLED OBJAV

Več kot tretjino vseh opisanih vrst rakov enakonožcev (*Crustacea*, *Isopoda*) uvrščamo med mokrice (*Oniscidea*). Čeprav so ti kopenski raki majhni (v povprečju od 5 mm – 15 mm), imajo pomembno vlogo v ekosistemu, saj pospešujejo razkroj organskih snovi v tleh, so makro-dekompozitorji ter predstavljajo pomemben vir hrane za druge večje nevretenčarje (Romih, 2017).

2.1 UVRSTITEV MOKRIC V SISTEM

Mokrice (*Oniscidea*) uvrščamo med členonožce (*Arthropoda*), najštevilčnejše deblo v kraljestvu živali (*Animalia*). So raki enakonožci (*Crustacea*, *Isopoda*), v redu višjih rakov (*Malacostraca*) za katere je značilno, da imajo podobne hodilne okončine (Gregory, 2019).

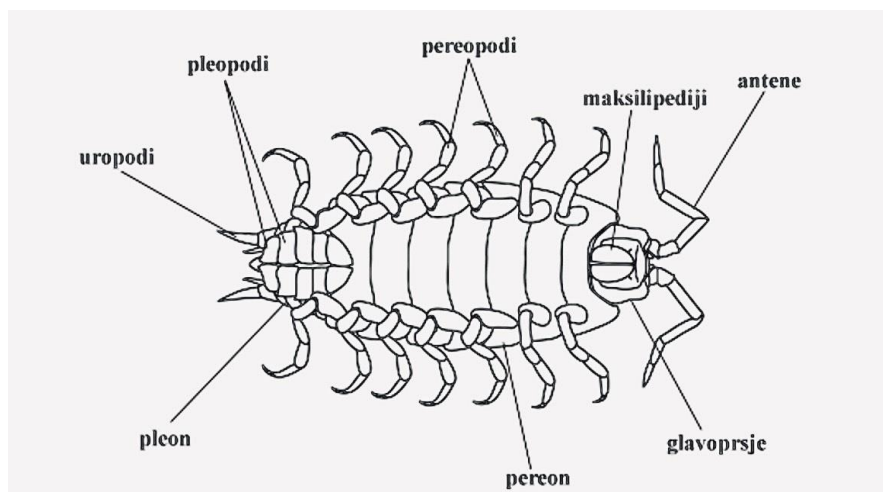
Glavne telesne značilnosti različnih vrst mokric, po katerih jih med sabo ločujemo:

- o velikost oči in število oceli (fotosenzitivni čutilni organi),
- o velikost in obarvanost telesa,
- o vidnost oz. nevidnost repnih nožic (uropodov) s hrbtne strani telesa,
- o število in izoblikovanost delov (segmentov), ki sestavljajo zadnji del tipalnic, imenovan flageli,
- o zmožnost oz. nezmožnost zvitja mokric v klobčič (Gregory, 2019).

2.2 ANATOMIJA IN FIZIOLOGIJA MOKRIC

Telo mokric delimo na :

- glavoprsje - sestavljeno je iz glave, zlite s prvim segmentom oprsja,
- pereon (oprsje) - obsega preostalih sedem segmentov in iz njega izrašča 7 parov cevastih, enovejnatih nog (pereopodov), ki so povezane s prožno membrano,
- pleon (zadek) – sestavlja zadnjih 5 segmentov členjene hitinjače, kjer so pleopodna pljuča, ki jih uporabljajo namesto škrg ter uropode - zadnjične krpe, ki mokricam koristijo pri usmerjanju in proizvodnji kemikalij, ki posledično odganjajo plenilce (Vittori, 2013).



Slika 2: Zgradba telesa mokric (Vittori, 2013).

Mokrice imajo debel, večslojni eksoskelet (zunanje ogrodje), zgrajen iz hitina in beljakovin, ki je v večji meri kalcificiran in pokriva celotno telo (Bogataj s sod., 2016). Tako imenovana hitinjača odlično varuje notranje dele telesa, ter ščiti žival pred izgubo vode, saj je ob straneh podaljšana v bočne plašče (epimere), ki v okolici dihalnih površin zadržujejo vlago. Prinašala pa naj bi tudi slabosti, saj bi to enodelno ogrodje lahko preprečevalo oziroma oviralo gibanje živali. Z evolucijo se je ogrodje razdelilo na več (12) členov, kar je razrešilo omejenost gibanja. Ker hitinjača ne raste z mokricami se morajo tekom življenja večkrat leviti.

Mokrice dihaajo s pomočjo pleopodnih pljuč, ki so nameščene na zadnjih nekaj parih zadkovih nog in nadomeščajo škrge. Izmenjava plinov poteka tudi skozi telesno površino. Da pa lahko izmenjujejo pline je potrebna vlaga v okolju, kjer se zadržujejo (Romih, 2017). Imajo nesklenjen krvožilni sistem, namesto krvi imajo hemolimfo (tekoče tkivo, podobno krvi, le da vsebuje veliko manj krvnih celic). Kisik se prenaša po telesu do celic po hemocianinu – dihalnem pigmentu, ki je podoben hemoglobinu, razen da namesto železa vsebuje baker – in se ob vezavi s kisikom obarva modro, posledično imajo mokrice modro obarvano hemlimfo. Samo nekatere imajo srce, ki je enostavno zgrajeno in leži na hrbtni strani telesa (Plošnik, 2010).

Prebavila mokric so zgrajena iz sprednjega, srednjega in zadnjega črevesja ter iz prebavne žleze, hepatopankreasa, ki služi izločanju encimov, skladiščenju mineralnih snovi ter absorpciji hranil, ki so potrebna za njihovo delovanje (Stritar, 2009). V prebavilih gostijo simbiotske

bakterije in glive, ki pomagajo pri razgradnji celuloze in tako mokricam olajšajo prebavo (Romih, 2017).

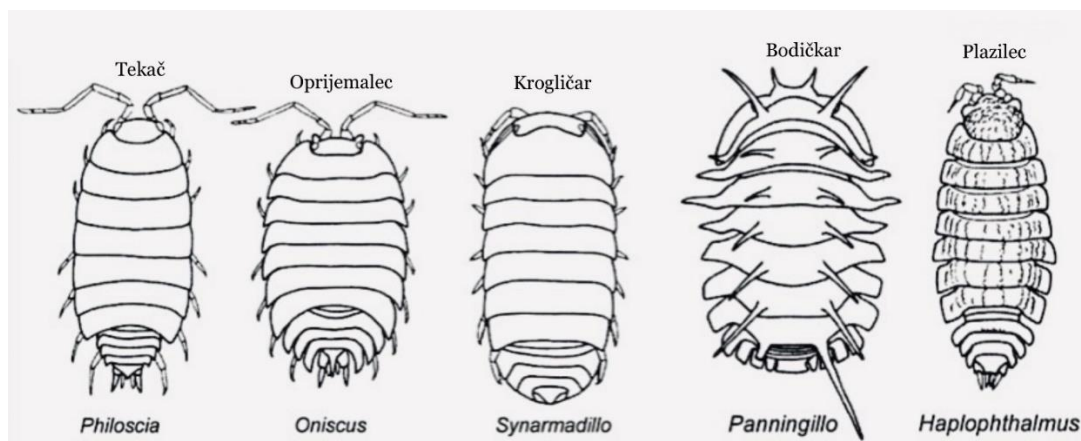
Živčevje je dobro razvito. Nad žrelom ležijo možgani, povezani z obgoitnim živčnim obročem s trebušnjačo, ki je zgrajena iz para živčnih vozlov na vsak člen živali. Pari živčnih vozlov pa so med seboj povezani s prečnimi in podolžnimi živčnimi vrvicami (Livio, 2000). Oči so sestavljene iz več oceli (čutilni organi za zaznavanje svetlobe), zato ločijo večinoma le svetlobo in temo. Imajo 1 par tipalnic, ki so opremljene s čutilnimi dlačicami, in so pomembne za tip, voh ter zaznavanje vlage (Romih, 2017).

Večinoma se razmnožujejo spolno, vendar so znane vrste pri katerih je značilna partenogeneza (potomci se razvijejo iz neoplojene spolne celice samice). Čeprav so ločenih spolov se samci in samice morfološko malo razlikujejo. Pri samicah izrastki bazalnih delov okončin tvorijo kamrico za valjenje jajčec - imenovano valilnik ali marzupij. Ta pa je napolnjen z marzupijsko tekočino, ki omogoča oplojenim jajčcem razvoj v vodnem okolju tudi na kopnem. Ličinke se iz jajčec izležejo v valilniku in ga zapustijo, ko so sposobne samostojno živeti (Romih, 2017).

2.3 *EKOLOŠKO – MORFOLOŠKI TIPI MOKRIC*

Mokrice delimo na 5 ekološko-morfoloških tipov, ki se med sabo razlikujejo po načinu, s katerim se branijo pred plenilci in po tem, kako se izogibajo motnjam.

- o Krogličarji - ob nevarnosti se zvijejo v kroglico.
- o Oprijemalci - ob nevarnosti se zelo močno oprimejo podlage in stisnejo bočne člene, da jih plenilec težko obrne na hrbet ter posledično poje.
- o Tekachi - ob nevarnosti hitro stečejo v skrivališče.
- o Plazilci - imajo varovalno barvo in se ne pustijo preveč motiti, tudi če dvignemo kamen ali lubje pod katerim se skrivajo.
- o Bodičkarji - s številnimi izrastki na kutikuli pobirajo večje delce prsti in se tako skrijejo pred plenilci (Štraus s sod., 2005).



Slika 3: Ekološko-morfološki tipi mokric (Contreras, Carmen, 2011).

2.4 ŽIVLJENJSKI PROSTOR MOKRIC

Mokrice sodijo v skupino živali, ki naseljuje večino življenjskih prostorov na Zemlji. Uspešno so se prilagodile življenju na kopnem, brez stalne prisotnosti vode. Poseljujejo razne biotope, od tropskih deževnih gozdov, jam, bibavičnega pasu, puščav, vse do naših bivališč. Veliko predstavnikov mokric najde visoko zračno vlago v gozdni stelji, kompostih, med gnijočimi debli, odpadlim listjem ipd. Tu imajo pomembno vlogo pri predelavi odpadlega listja v humus (Nograšek, 2010). Zaradi potrebe po kalciju, ki je pomembna snov pri sestavi njihovega ogrodja, jih najdemo predvsem na apnenčastih tleh (Romih, 2017). Kletni prašiček (*Porcellio scaber*) je postal kozmopolitska vrsta, saj je njegov življenjski prostor vezan na človeška bivališča. Posledica tega je, da ga ljudje nehotе prenašajo po svetu in zdaj je razširjen po vseh celinah razen na Antarktiki (Nograšek, 2010).

2.5 EKOLOGIJA MOKRIC

V glavnem se prehranjujejo z odmrlimi organskimi snovmi rastlinskega izvora, ki so bogate s celulozo in drugimi težko razgradljivimi polisaharidi. Raziskave so tudi pokazale, da raje izbirajo snovi, ki so gosto poseljene s mikroorganizmi in tako večajo populacijo bakterij v njihovih prebavilih (v zadnjem črevesju so razmere ugodne za razmnožitev zaužitih bakterij, del zaužitih gliv in po Gramu negativnih bakterij pa se prebavi že med potjo skozi prebavni sistem), ki jim pomagajo pri prebavi teh težko razgradljivih polisaharidov (Nograšek, 2010). Tako predstavljajo izredno pomemben člen pri nastajanju humusa (humifikaciji) - pri

mehanskem drobljenju rastlinskega odpada - saj s tem povečujejo aktivno površino delcev, ter lajšajo dostop bakterijam in glivam, ki razgrajujejo organsko snov (Mršić, 1997).

Poleg tega tudi predstavljajo pomemben člen v prehranjevalnem spletu, saj so hrana večjim členonožcem (pajki, stonoge), dvoživkam (žabe, krastače), plazilcem (razne vrste kuščarjev) in celo manjšim sesalcem (rovke). Med nekaterimi vrstami je znan tudi kanibalizem (Nograšek, 2010).

Za mokrice je značilen odziv na kontaminacijo okolja z različnimi kovinami, in sicer z izgubo mase, smrtnostjo in upadanjem števila vrst. Lahko akumulirajo (kopičijo) velike količine težkih kovin (baker, cink, železo in kadmij) in se lahko s proučevanjem njihovega odziva, uporabljajo kot bioindikatorji (Savšek, 2010).



Slika 4: Mokrice pri prehranjevanju z organskim materialom (What are ..., 2023).

3 METODE DELA

3.1 NABIRANJE TESTNIH ORGANIZMOV

Kot testne organizme sem uporabil mokrice, vrste kletni prašiček (*Porcellio scaber*), saj so pogosti prebivalci kompostov ter vrtov in je največja verjetnost, da prav ti zaidejo na kakšno vrtnino ter se začnejo z njo prehranjevati.

Kletni prašiček spada v rod *Porcellio*, družino *Porcellionidov*, za katere je značilno, da imajo močno hrapav hrbet, 2 para pleopodnih pljuč, v kroglico pa se ne morejo zviti.

Ob koncu oktobra sem iz komposta nabral približno 40 odraslih osebkov te vrste in jih naselil v pripravljen terarij, kjer je potekalo testiranje. Čez čas so se namnožili in populacija je zrasla na okoli 100 osebkov. Opazil sem namreč dve legli jajčec iz katerih se je razvilo približno 70 ličink.



Slika 5: Mokrica (*Porcellio scaber*) v terariju (Foto: J. A. Sever).



Slika 6: Mladi osebki mokric (Foto: J. A. Sever).

3.2 PRIPRAVA TERARIJA IN GOJENJE MOKRIC

Mokricam sem poskušal urediti čim bolj njihovemu naravnemu habitatu podoben terarij. V terariju sem kot substrat uporabil kokosova vlakna, saj dobro zadržujejo vodo in s tem povečajo vsebnost vlage v ozračju, kar pa je za mokrice nujno, saj drugače ne morejo dihati. Terarij sem imel v sobi, kjer je temperatura nihala med 20 in 25 stopinj Celzija. Terarij je bil postavljen tako, da je bil mokricam omogočen dnevno-nočni cikel, kot ga imajo v naravi. Temperaturo in vlago sem nadzoroval z digitalnim termometrom in higrometrom, ki sem ju namestil v notranjost terarija. V terarij sem nato postavil 6 petrijevk brez pokrovov, jih potisnil v substrat tako, da je bil rob petrijevk prekrit s kokosovimi vlakni. Petrijevke sem označil s številkami, ki so označevale različna naravna škropiva, ki sem jih testiral. Vsake tri dni sem celoten terarij poškropil s pitno vodo, ki sem jo dekloriral (odstranil sem klor iz pitne vode, ki je navadno klorirana z namenom dezinfekcije) s pripravkom za nevtralizacijo klora, ki se uporablja v akvaristiki. Dekloriranje pitne vode je pomembno, saj je za mokrice klor toksičen.



Slika 7: Terarij pripravljen za gojenje mokric (Foto: J. A. Sever).

3.3 IZBIRA HRANE ZA MOKRICE

Ugotoviti sem moral s katerim sadjem ali zelenjavo bi najlažje privabil mokrice, da bi se z njim prehranjevale. Na tem mestu sta bila pomembna dva pogoja. Prvi pogoj je bil, da bo izbrani medij dostopen skozi celo leto, saj sem vedel, da bo raziskava trajala dalj časa. Drugi pogoj pa je bil, da bi lahko na izbranem mediju ocenjeval stopnjo obgrizenosti. Zato sem v terarij dal raznoliko zelenjavo in sadje - hruške, jabolka, pomaranče, breskve ter krompir. Pomaranče sem izločil, saj je bilo praktično nemogoče oceniti stopnjo obgrizenosti. Prvi del raziskave sem izvedel s pomočjo jabolk, kot medija na katerega sem nanašal pripravljena naravna škropiva. Ker sem na jabolkah lahko opazoval le število mokric in ne obgrizenosti, sem kot najustreznejši medij za testiranje škropiv izbral krompir. Poleg tega je krompir relativno poceni in dostopen v trgovinah skozi vse leto. Preden sem postavil krompir v petrijevke sem ga umil, olupil, narezal na rezine ter poškopil z ustreznim pripravkom.



Slika 8: Mokrice na krompirju (Foto: J. A. Sever).

3.4 **PRIPRAVA NARAVNEGA ŠKROPIVA**

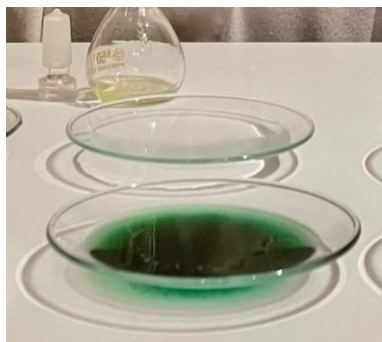
Pripravil sem 5 različnih naravnih pripravkov; in sicer iz koprive, popra, kamilice, sode bikarbone in kave. Vse recepture izdelanih pripravkov sem si zamislil sam, saj v literaturi nisem našel nobenih navodil za izdelavo kakršnihkoli naravnih škropiv za odganjanje mokric. Dodatno škropivo sem izdelal z ekstrakcijo polifenol-oksidade iz krompirja, saj sem tekom raziskave prišel do ugotovitve, da bi lahko le-to škropivo učinkovito odganjalo mokrice. Torej sem skupno pripravil 6 različnih naravnih škropiv.

Za pripravo teh škropiv sem potreboval čaše oz. drugo posodo za segrevanje, bombažno gazo, žlico, tehtnico, merilno posodo, merilno pipeto, merilni vaj, elektronski pH meter in električni mešalnik.

RECEPTURE PRIPRAVKOV

- **PRIPRAVEK IZ KOPRIVE**

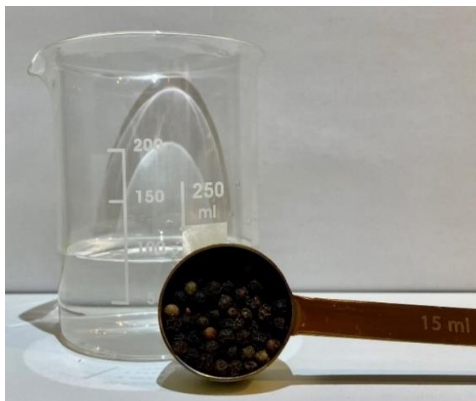
Naberemo 3 velike rastline koprive (*Urtica dioica*) in jih posušimo na zraku. Posušene namočimo v 250 ml vrele vode za 12-24 ur. Daljše namakanje škropivo spremeni v gnojilo. Po namakanju kopriv, škropivo takoj uporabimo. Neuporabljenega lahko shranimo v hladilniku nekaj dni.



Slika 9: Pripravek iz koprive (Foto: J. A. Sever).

- **PRIPRAVEK IZ POPRA**

V 100 ml vrele vode damo 1 žlico (15 g) črnega popra v zrnih. Namakamo ga približno 30 minut in med tem vsake toliko časa premešamo. Pred uporabo pustimo pripravek, da se ohladi in ga po uporabi shranimo v hladilniku.



Slika 10: Izdelava pripravka iz popra (Foto: J. A. Sever).

- *PRIPRAVEK IZ KAVE*

1 žlico mlete kave damo v 100 ml vrele vode in pripravek pustimo, da se ohladi na sobno temperaturo. Pripravek lahko takoj uporabimo.



Slika 11: Izdelava pripravka iz kave (Foto: J. A. Sever).

- *PRIPRAVEK IZ SODE BIKARBONE (NaHCO_3)*

Nasičeno raztopino sode bikarbone pripravimo tako, da v 100 ml vode s sobno temperaturo dodamo 1 žlico (15 g) sode bikarbone (NaHCO_3), saj je njena topnost pri sobni temperaturi 10 g na 100 ml vode. Mešamo, dokler se ne raztopi večina sode bikarbone. Praviloma bi jo nekaj moralo še ostati neraztopljene in s tem zagotovimo, da je raztopina nasičena. Tekočino odlijemo od usedline in jo uporabimo kot škropivo.



Slika 12: Izdelava pripravka iz sode bikarbone (Foto: J. A. Sever).

- *PRIPRAVEK IZ KAMILICE*

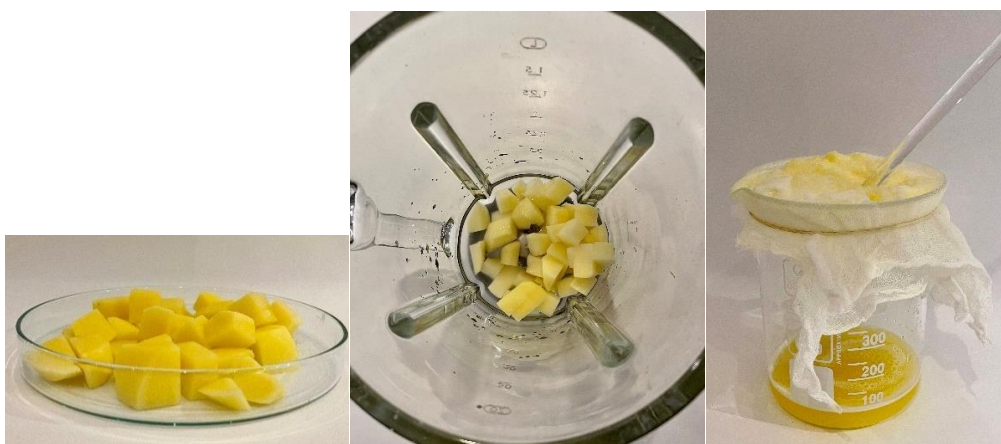
Eno veliko žlico posušenih kamilic 20 minut namakamo v 200 ml vrele vode. Precedimo, počakamo, da se ohladi in škropivo je pripravljeno za uporabo.



Slika 13: Pripravek iz kamilice (Foto: J. A. Sever).

- *PRIPRAVA POSEBNEGA PRIPRAVKA IZ KROMPIRJA*

Dva srednje velika krompirja narežemo na manjše kose, dodamo 200 ml destilirane vode in ga z električnim mešalnikom zmeljemo v kašo. Potem kašo s pomočjo gaze odcedimo, da dobimo ekstrakt krompirja z encimom polifenol-oksidadza (PPO). V ekstrakt nato dodamo približno 12 ml nasičene raztopine sode bikarbone, ker s tem pospešimo delovanje encima polifenol-oksidadze. Dobljeno tekočino prelijemo v drugo čašo ter jo pokrijemo z gazo. Pripravek pustimo počivati približno 6 ur. Ko pripravek počrni, je pripravljen za uporabo.



Slika 14: Postopek izdelave pripravka iz encima polifenol-oksidade (Foto: J. A. Sever).

3.5 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKROPIV

3.5.1 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKROPIV S ŠTETJEM MOKRIC

V prvem delu raziskave sem štel število mokric, ki so se zadrževale na rezinah jabolka. Jabolka sem narezal na 6 približno enako velikih rezin in posamezne rezine poškropil s pripravljenimi naravnimi škropivi. Eno rezino sem pustil nepoškropljeno in mi je služila kot kontrola. Rezine sem nato vstavil v ustrezno označene petrijevke (vsaka petrijevka je vsebovala medij poškropljen z drugim škropivom). Tri dni zaporedoma sem zjutraj in zvečer štel število mokric na rezinah jabolka. Vsako rezino sem vsak dan dodatno poškropil z ustreznim pripravkom. Po treh dneh sem rezine jabolka zamenjal s svežimi rezinami.

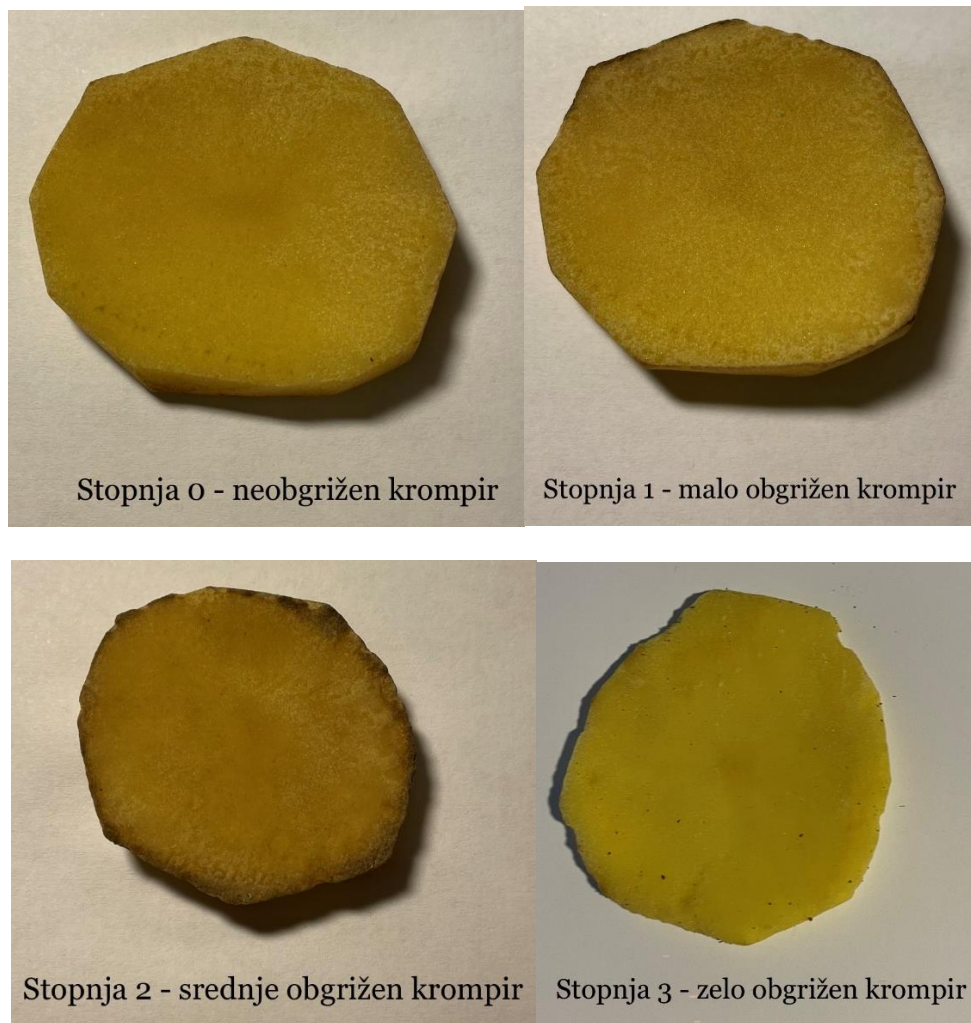
3.5.2 TESTIRANJE NARAVNIH ŠKOPIV NA PODLAGI OBGRIZENOSTI KROMPIRJA

Ker je bilo nemogoče realno ocenjevati število mokric, ki se zadržujejo na rezinah jabolka, sem v drugem delu raziskave kot medij uporabil krompir in opazoval obgrizenost rezin krompirja.

Krompir sem najprej olupil in ga narezal na 6 približno enako velikih rezin. Rezine sem nato vstavil v ustrezne petrijevke. Nato sem vsako rezino poškropil s pripravljenimi škropivi, eno rezino pa sem ponovno uporabil kot kontrolo. Rezine krompirja sem vsak dan poškropil z izbranim pripravkom, po treh dneh pa sem rezine zamenjal. Obgrizenost krompirja sem opazoval zjutraj in zvečer in naredil 25 meritev. Za dodatno škropivo, ki sem ga tekom

raziskave pripravil z ekstrakcijo PPO iz krompirja, sem dodal še sedmo rezino krompirja in zanjo izvedel le 11 meritev.

Oblikoval sem 4-stopenjsko lestvico obgrizenosti krompirja, da sem lahko določil intenzivnost obgrizenosti posameznih rezin krompirja.



Slika 15: Stopnje obgrizenosti krompirja (Foto: J. A. Sever).

4 REZULTATI

4.1 OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI NARAVNIH ŠKROPIV S ŠTETJEM MOKRIC

Sprva sem ocenjeval učinkovitost posameznih pripravkov za odganjanje mokric s štetjem le-teh na rezinah jabolka. Jabolko sem narezal na 6 podobno velikih rezin in 5 rezin poškopil vsako z drugim doma pripravljenim škropivom. Šesto rezino jabolka sem pustil nepoškopljeno in mi je služila kot kontrola. Tako pripravljene rezine sem skupaj s petrijevskami postavil v terarij. Nato sem 3 dni zjutraj in zvečer pregledoval število mokric na posameznih rezinah jabolka. Število popisanih mokric sem prikazal v spodnji tabeli.

Tabela 1: Število mokric na tretiranih rezinah jabolka.

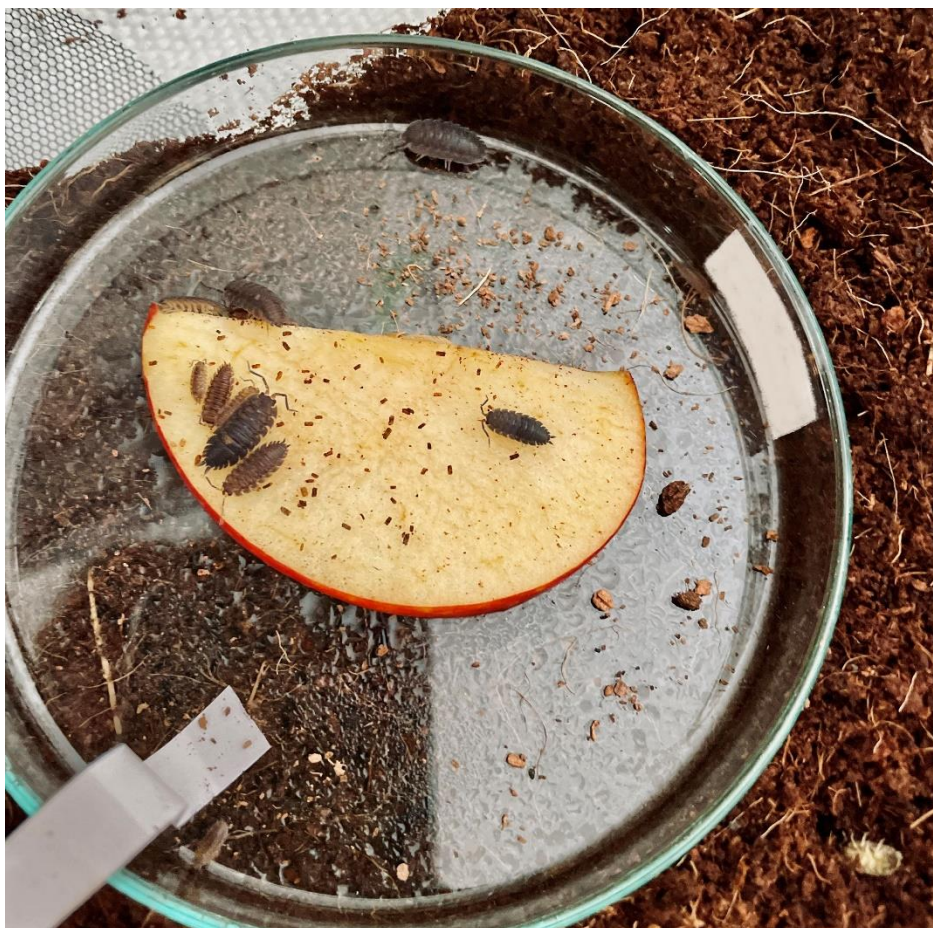
Pripravek;	Kopriva	Kamilica	Poper	Kava	NaHCO _{3(aq)}	Kontrola
Število meritve						
1. zjutraj	1	0	7	0	0	1
1. zvečer	1	0	3	2	1	1
2. zjutraj	1	0	0	0	0	0
2. zvečer	0	0	1	2	0	0
3. zjutraj	2	0	0	0	0	0
3. zvečer	0	0	1	0	0	3
4. zjutraj	0	0	1	5	0	2
4. zvečer	1	0	1	0	0	2
5. zjutraj	1	0	1	2	0	1
5. zvečer	0	0	1	0	0	1
SKUPAJ	7	0	16	11	1	11
POVPREČJE ŠTEVILA MOKRIC NA REZINAH	0,70	0,00	1,60	1,10	0,10	1,10

Iz tabele 1 je razvidno, da se je največ mokric zadrževalo na rezinah jabolka, ki je bilo poškopljeno s pripravkom iz popra, najmanj pa na rezinah jabolka, ki je bilo poškopljeno s pripravkom iz kamilice.



Slika 16: Z naravnimi škropivi poškropljene rezine jabolka v terariju (Foto: J. A. Sever).

Mokrice so izredno aktivni organizmi in se neprestano premikajo, zato je bilo zelo težko realno oceniti njihovo število, saj je rezultat predstavljal le trenutno stanje. Ker se mokrice izogibajo močni dnevni svetlobi, so najbolj aktivne ponoči. Zato jih čez dan skoraj nič ni bilo na rezinah. Poleg tega, če se mokrice zadržujejo na rezinah, še ne pomeni da se z njimi tudi prehranjujejo, kar pa je privedlo do nerealnih rezultatov. Te ugotovitve so me privedle do nadaljnje raziskave, kjer sem ocenjeval učinkovitost naravnih škropiv tako, da sem opazoval obgrizenost rezin krompirja.



Slika 17: Največ mokric je bilo na rezini jabolka, ki je bila poškrpljena s pripravkom iz popra (Foto: J. A. Sever).

4.2 OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI NARAVNIH ŠKROPIV NA PODLAGI OBGRIZENOSTI KROMPIRJA

Zaradi nezmožnosti ocenjevanja učinkovitosti pripravkov s štetjem prisotnih mokric na rezinah jabolka, sem bil primoran uporabiti drugo metodo. Poskusno sem dal v terarij krompir in ugotovil, da je bil vidno obgrizen. To je pomenilo, da lahko dobim bolj realne podatke učinkovitosti pripravkov, saj bi lahko primerjal obgrizenost rezin, poškrpljenih z določenimi pripravki. Tista rezina, ki bo najmanj obgrizena bo tretirana z najbolj učinkovitim pripravkom in obratno najbolj obgrizena rezina pa s pripravkom, ki bo najmanj učinkovit.

Namesto jabolka sem tokrat dal v terarij 6 rezin krompirja; 5 sem jih poškrpil z različnimi škropivi, ena rezina pa je služila kot kontrola. Opravi sem 25 meritev obgrizenosti teh rezin.

Med raziskovanjem sem izdelal še dodaten pripravek, ki je vseboval ekstrakt polifenol-oksidade. Zadnjih 11 meritev je vključevalo še dodatno rezino krompirja poškropljenega s pripravkom iz polifenol-oksidade. Rezultati obgrizenosti rezin krompirja so predstavljeni v tabeli 2.



Slika 18: Rezine krompirja, poškropljene z različnimi pripravki in nameščene v petrijevke (Foto: J. A. Sever).

Tabela 2: Ocena obgrizenosti rezin krompirja, ki so poškrpljene z določenimi pripravki.

<i>Pripravek; Število meritve</i>	<i>Kopriva</i>	<i>Kamilica</i>	<i>Poper</i>	<i>Kava</i>	<i>NaHCO_{3(aq)}</i>	<i>Kontrola</i>	<i>PPO ekstrakt</i>
1.	1	1	2	2	0	3	/
2.	1	0	1	2	0	3	/
3.	3	2	2	2	0	3	/
4.	2	1	2	2	0	2	/
5.	3	1	2	1	0	2	/
6.	3	1	3	2	0	3	/
7.	2	1	1	1	0	3	/
8.	2	0	0	1	0	3	/
9.	2	1	1	2	0	3	/
10.	2	1	2	2	0	3	/
11.	2	0	1	1	0	3	/
12.	2	1	0	1	0	3	/
13.	3	0	1	1	0	2	/
14.	2	0	2	1	1	3	/
15.	3	1	1	2	0	3	0
16.	2	1	1	1	0	3	0
17.	1	0	1	1	0	3	0
18.	1	0	1	1	0	2	0
19.	2	1	2	2	1	3	0
20.	1	0	1	2	0	3	0
21.	2	1	1	1	1	3	0
22.	2	0	1	1	0	2	1
23.	3	2	2	2	0	3	0
24.	2	1	2	2	1	3	0
25.	3	1	2	3	0	3	0
SKUPAJ	52	18	35	39	4	70	1
POVPREČJE OBGIRZENOSTI	2,08	0,72	1,40	1,56	0,16	2,80	0,09

Legenda:

0 - neobgrizen krompir

1 - malo obgrizen krompir

2 – srednje obgrizen krompir

3 – zelo obgrizen krompir

/ - ni meritve

Mokrice so najbolj obgrizle krompir, ki je bil poškrbljen s pripravkom iz koprive, torej je bil ta pripravek najmanj učinkovit in ga ne bi bilo smiselno uporabljati za odganjanje mokric z našega vrta.

Najbolje se je obnesel pripravek iz sode bikarbone, saj so rezine, poškrbljene s tem pripravkom imele najmanjše povprečje obgrizenosti – kar pomeni, da so se teh rezin mokrice najbolj izogibale. Opazil sem tudi, da so te rezine hitro počrnele. Začel sem raziskovati vzroke, kaj bi na to lahko vplivalo. Ugotovil sem, da gre za delovanje encima polifenol-oksidadze (PPO). PPO ob prisotnosti atmosferskega kisika katalizira oksidacijo brezbarvnega katehola v benzokinon, ki ob izpostavljenosti zraku tvori melanin (temen pigment, ki se nahaja tudi v naši koži in nas ščiti pred UV- žarki) (Stewart, 2017). Optimalen pH za delovanje PPO (to pomeni, da je encim takrat najbolj aktiven) se nahaja med 5 in 7, najbolj primeren je pH 7 (Erjavec, 2007). Gomolji krompirja so rahlo kisli, pH imajo v območju 6. To me je navedlo k ugotovitvi, da $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$, ki je bazična raztopina (pH ima okoli 8) nevtralizira rahlo kisel pH gomolja krompirja in s tem naredi bolj optimalen pH za PPO. Posledica tega je povečana aktivnost encima PPO, zato se melanin hitreje ustvari, kar povzroča hitrejšo počrnitev krompirja.



Slika 19: Primerjava najbolj obgrizenega krompirja brez škropiva (kontrola) z neobgrizenim krompirjem poškrbljenim z NaHCO_3 (Foto: J. A. Sever).

5 DISKUSIJA

Ko ljudje urejamo svoje vrtičke, vedno stremimo k temu, da bi bilo našega pridelka čim več, ter da bi bil zdrav in lep na pogled. Za obilnejši pridelek rastline tretiramo z gnojili, za odganjanje škodljivcev in preprečevanje bolezni pa uporabljamo različna škropiva. Vsi organizmi v vrtu pa niso škodljivci, nekateri so celo zelo zaželeni. Pikapolonice na primer se prehranjujejo z listnimi ušmi in nam tako pomagajo ohranjati zdrave rastline, deževniki rahljajo zemljo in pridelujejo humus, čebele so pomembni opraševalci naših rastlin... in še bi lahko naštevali.

Med zaželenimi organizmi na našem vrtu so tudi mokrice, saj se prehranjujejo z različnim organskim materialom in ga s pomočjo drugih razkrojevalcev predelujejo v rodovitno prst (humus). Vendar pa se mokrice občasno prehranjujejo tudi z našimi vrtninami, posebej s tistimi, ki so bolj izpostavljene tlom. Med temi vrtninami so tudi jagode, katerih sočni plodovi, ki ležijo na tleh v senčnih in vlažnih predelih pod listi rastlin, privabijo te majhne terestične rake enakonožce. Za ohranjanje lepih in sočnih plodov jagod bi vsakdo najprej pomislil na uporabo škropiva. V trgovinah lahko najdemo zelo pester izbor različnih fitofarmacevtskih sredstev, ki so namenjena preprečevanju delovanja škodljivih organizmov, ohranjanju rastlinskih delov in zatiranju nezaželenih rastlin. Škropiva so izdelana na osnovi različnih kemikalij ali na osnovi naravnih snovi - ekološka škropiva. Vsekakor pa morajo biti škropiva takšna, da lahko po njihovi uporabi pridelek zaužijemo in ob tem ne škodujemo svojemu zdravju.



Slika 20: Velik izbor fitofarmacevtskih sredstev (Škropiva, 2023).

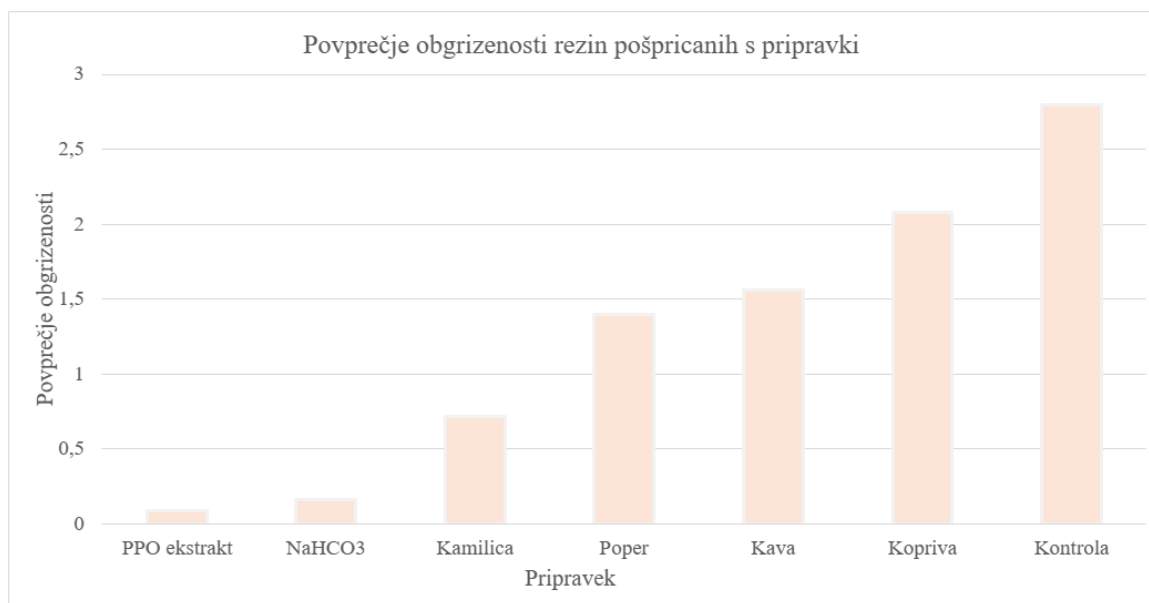
Ko sem na obgrizenih jagodah zagledal mokrice, sem želel odgnati mokrice z njih in tako ohraniti lepe in zdrave plodove. Uporabiti nisem želel nobenih kupljenih fitofarmacevtskih sredstev, saj sem zagovornik ekološke pridelave hrane. Zato sem se odločil izdelati naravna škropiva, ki ne bi škodljivo vplivala na ekosistem in bi hkrati zagotovila zdrave plodove. Izdelal sem škropiva (pripravke) iz sode bikarbonate, kave, popra, kamilice, koprive in poseben pripravek iz gomolja krompirja.

Vse te pripravke je preprosto izdelati doma brez potrebe po visokokakovostnem, dragem laboratorijskem priboru. Sestavine za njihovo izdelavo so relativno poceni ter dostopne tudi v manjših, lokalnih trgovinah. Zato lahko potrdim svojo prvo hipotezo, v kateri sem predvidel, da **je pripravek za odganjanje mokric preprosto izdelati doma**.

Ker sem sestavine za izdelavo naravnih škropiv našel v domači kuhinji ali pa sem jih nabral v bližini doma (kamilica in kopriva), lahko potrdim tudi drugo hipotezo, v kateri sem zapisal, da **so za izdelavo naravnih pripravkov za odganjanje mokric sestavine enostavno dostopne in poceni**.

V tretji hipotezi sem predvidel, da **bo najmanj učinkovit pripravek iz kamilice**. To hipotezo bom ovrgel, saj je bil najmanj učinkovit pripravek iz koprive, s povprečjem obgrizenosti 2,08. Povprečna ocena obgrizenosti rezin krompirja, ki so bile poškrapljene s pripravkom iz kamilice, je bila 0,79, kar je tretje najmanjše povprečje obgrizenosti rezin poškrapljenih z različnimi pripravki, torej je to škropivo na tretjem mestu po učinkovitosti.

V zadnji, četrti hipotezi sem domneval, da **bo najbolj učinkovit pripravek iz popra**. To hipotezo sem zapisal, saj plodovi črnega popra (*Piper nigrum*) vsebujejo spojino piperin, zaradi katere so pekoči (Mukherjee, 2021). Glede na to dejstvo sem predvideval, da bo pripravek iz popra zmedel mokrice s tem, da bo prisoten piperin zabrisal njihov splet vonjavnih poti do hrane. Ugotovil sem, da je bil pripravek iz popra po učinkovitosti nekje na sredini v primerjavi z ostalimi pripravki, zato moram svojo četrto hipotezo ovreči. Naknadno sem preveril še topnost piperina v vodi in ugotovil, da je njegova topnost v vodi zelo majhna – 40 mg piperina na liter vode pri 18 stopinj Celzija (Matena s sod., 2021). To bi lahko bil tudi razlog za slabšo učinkovitost pripravka iz popra.



Graf 1: Povprečje obgrizenosti rezin krompirja pošpricanih z različnimi pripravki.

Kot najbolj učinkovit se je izkazal poseben pripravek iz gomolja krompirja, s povprečjem obgrizenosti 0,09, najmanjšim od vseh. Ko sem spremljal učinkovitost pripravka iz sode bikarbone, sem opazil, da je sicer ta pripravek zelo dobro odganjal mokrice, vendar so rezine krompirja zaradi njega počrnele. Začel sem raziskovati zakaj je prišlo do tega in ugotovil sem, da gre za delovanje encima polifenol-oksidade (PPO), ki ob prisotnosti atmoferskega kisika pretvori brezbarven katehol v benzokinon, le-ta pa se ob izpostavljenosti zraku pretvori v temen pigment – melanin.



Slika 21: Počrnen krompir zaradi delovanja polifenol-oksidade (Foto: J. A. Sever).

Krompir je rahlo kisel, njegov pH je približno 6. Vodna raztopina sode bikarbone je bazična in zato zviša pH krompirja na približno 7. Posledica tega je, da je encim PPO bolj aktiven. Optimalno delovanje encima PPO je ravno okoli 7 (Erjavec, 2007). Zaradi aktivnejšega delovanja encima PPO se melanin hitreje tvori, zato krompir hitreje počrni.

Z manjšim eksperimentom sem preveril, če je ekstrakt PPO iz krompirja res bolj učinkovit, če mu dodam še sodo bikarbono. Pred dodatkom sode bikarbone sem izmeril pH ekstrakta iz krompirja 6,1, po dodatku pa je bil pH 7,1 (glej sliko 22). Opazil sem tudi, da je ekstrakt PPO zelo hitro potemnel, kar pomeni večjo aktivnost encima PPO, ki pospeši tvorbo melanina (glej sliko 23).



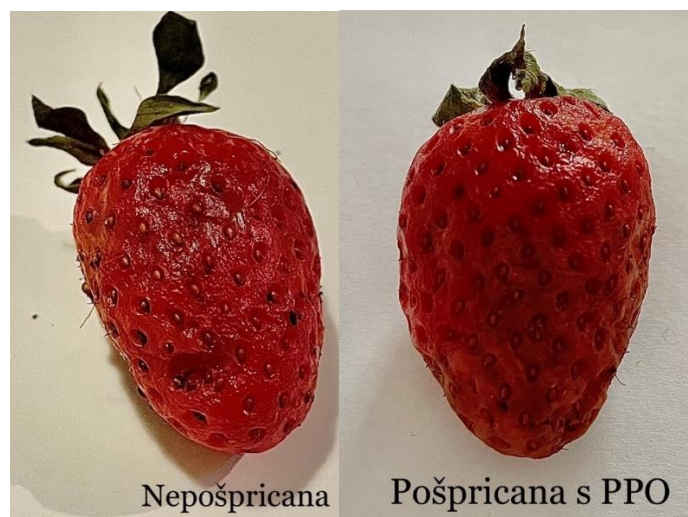
Slika 22: pH ekstrakta iz krompirja pred dodano sodo bikarbono (levo) in po dodani sodi bikarboni (desno) (Foto: J. A. Sever).



Slika 23: Ekstrakt PPO hitreje počrni ob dodatku sode bikarbone (levo) (Foto: J. A. Sever).

Najbolj ustrezno pojasnilo, zakaj se mokrice izogibajo takega krompirja je, da soda bikarbona pospeši aktivacijo encima polifenol-oksidade, kar pa mokricam verjetno ne ustreza, saj so raziskave pokazale, da polifenol-oksidaža zmede živali, tako da jim oslabi čutila za voh, vid in okus (Frey, 2022). Glede na to da imajo mokrice cel splet vonjavnih poti po katerih se premikajo, orientirajo in najdejo hrano, nakazuje, da se zelo zanašajo na čutila za voh. Delovanje polifenol-oksidade pa njihovo zelo pomembno čutilo oslabi, zaradi česar se izogibajo rezin krompirja, ki je bil poškropljen s pripravkom iz krompirjevega gomolja.

Za ohranjanje zdravih sadežev se mi je zdelo pomembno, da pripravljeno naravno škropivo ne uničuje sadežev. To sem preveril tako, da sem škropivo, pripravljeno iz PPO poškropil po jagodi in nato nekaj dni opazoval poškropljeno in nepoškropljeno jagodo. Med njima nisem opazil bistvenih razlik (glej sliko 24), zato lahko še z večjo gotovostjo potrdim učinkovitost tega škropiva.



Slika 24: Primerjava jagode poškropljene s PPO z nepoškropljeno (Foto: J. A. Sever).

Zanimivo je tudi, da sem po eni strani uporabil krompir kot medijsko sredstvo, s katerim so se mokrice prehranjevale in s pomočjo katerega sem ocenjeval stopnjo obgrizenosti, po drugi strani pa sem ga uporabil za izdelavo učinkovitega pripravka, katerega namen je bil odgnati mokrice. Glede na ustni vir gospe Mire Ahtik, naj bi prerezan krompir postavljen v vrtno gredico privabljal mokrice bolj kot ostale vrtnine. V začetku raziskave sem tudi sam preizkušal več različnih medijev, s katerimi sem želel privabiti mokrice v terariju (pomaranče, jabolka, hruške). Ugotovil sem, da se res najraje prehranjujejo ravno s krompirjem. Pomembno pa je,

da je krompir svež in da ne počrni, saj v nasprotnem primeru ta mokric ne privablja več. Pri izdelavi pripravka iz krompirja je pomembno, da krompir dobro zmeljemo v kašo, saj s tem omogočimo, da se polifenol-oksidaža sprosti iz vakuol celic, kjer se nahaja. Večja koncentracija polifenol-oksidaže pa bolj učinkovito odganja mokrice.

Priprava škropiv, gojenje mokric in celotno eksperimentalno delo se mi je zdelo zelo zanimivo. Čeprav sem si v začetku raziskovanja zamislil pripravo petih škropiv, so se mi tekom raziskave odpirala nova vprašanja in porajale nove ideje. Vse to me je pripeljalo do tega, da sem iznašel povsem novo škropivo, ki se je izkazalo za najbolj učinkovito. Verjetno bi lahko naredil še mnogo več različnih pripravkov, ki bi jih lahko testiral po enakem postopku, kot sem ga uporabljal do sedaj in mogoče bi odkril še kakšen bolj učinkovit pripravek. Prav tako bi bilo mogoče spreminjati koncentracijo posameznih pripravkov in glede na to spremljati njihovo učinkovitost.

6 ZAKLJUČEK

Vsakdo si želi v svojem vrtu imeti zdrave in lepe pridelke, vendar nam to velikokrat preprečujejo različni organizmi, ki jih ljudje opredeljujemo kot škodljivce. V boju proti škodljivcem ljudje posežemo po različnih fitofarmacevtskih sredstvih, kar pa ni najboljše, če želimo pridelati ekološke pridelke.

Mokrice so organizmi, ki našemu vrtu koristijo, ko razgrajujejo rastlinski odpad in ga s pomočjo drugih razkrojevalcev spreminjajo v rodovitno prst. Hkrati pa se občasno lotijo tudi naših pridelkov, posebej v bolj sušnih obdobjih, zato jih nekateri obravnavajo kot škodljivce. Vsa naravno pripravljena škropiva, ki sem jih izdelal in njihovo učinkovitost testiral v raziskovalni nalogi, so bolj ali manj učinkovito odganjala mokrice. Zato lahko zaključim, da so vsa ta škropiva uporabna v ta namen. Izdelana škropiva odganjajo mokrice s pridelkov, hkrati pa so neškodljiva tako za mokrice kot za vrtnine ter posledično tudi za nas.

Sem velik ljubitelj narave, zato me je raziskovalno delo vseskozi zelo navduševalo in me osrečevalo, saj sem vesel, da sem lahko zanimivo življenje teh ljubkih terestičnih rakcev še podrobneje preučil. Raziskovanje je razširilo moje znanje o poznavanju delovanja živih bitij in me, kot že tolikokrat doslej, podučilo, da smo ljudje tesno povezani z naravo in ostalimi organizmi v njej.



Slika 25: Izdelava različnih naravnih škropiv (Foto: J. A. Sever).

7 POVZETEK

Mokrice, kopenski raki enakonožci, predstavljajo pomemben člen pri razgradnji organskih snovi v ekosistemu, hkrati pa povečujejo aktivno površino delcev in s tem lajšajo dostop bakterijam in glivam, ki te snovi razgrajujejo. Najdemo jih pod trohnečim lesom, pod koriti rož, v kompostniku in med rastlinami na našem vrtu. Nemalokrat zaidejo na naše pridelke, s katerimi se lahko prehranjujejo. Prav to me je spodbudilo k moji raziskavi, saj sem poleti opazil veliko obgrizenih jagod, na njih pa mokrice. Želel sem ugotoviti, kako jih na naraven, okolju in mokricam neškodljiv način odgnati z naših pridelkov.

V ta namen sem pripravil pet naravnih škropiv, in sicer iz koprive, kamilice, kave, popra in sode bikarbone. Da sem lahko ocenil učinkovitost škropiv, sem izbral medijsko sredstvo, na katerem bi se mokrice zadrževale in na katerega bi lahko nanašal pripravljena naravna škropiva. Kot medij sem izbral rezine krompirja. V urejen terarij sem naselil populacijo mokric vrste *Porcellio scaber*, ki je predstavljala približno 40 odraslih osebkov, in to uporabil kot testne organizme. Za ocenitev obgrizenosti rezin krompirja sem si pripravil 4-stopenjsko lestvico, pri kateri številka narašča z naraščajočo stopnjo obgrizenosti. Nato sem 13 dni dvakrat na dan ocenjeval obgrizenost rezin krompirja, da bi ugotovil učinkovitost pripravljenih škropiv. Dodatno rezino krompirja sem uporabil kot kontrolo.

Najmanj učinkovito je s krompirja odganjal mokrice pripravek iz koprive, najbolj pa pripravek iz sode bikarbone. Slednji je pospeševal delovanje encima polifenol-oksidade v krompirju, kar je povzročilo njegovo intenzivnejšo počrnitev. Ugotovil sem, da se s počrnjenim krompirjem mokrice ne prehranjujejo, saj je znano, da polifenol-oksidaža oslabi čutila za vonj, na katerega se mokrice zelo zanašajo. Zato sem izdelal še dodatno škropivo iz polifenol-oksidade, ki sem ga dobil z ekstrakcijo iz krompirja. To škropivo se je izmed vseh izkazalo kot najbolj najučinkovitejše.

Z raziskavo sem ugotovil, da lahko doma na preprost in dostopen način pripravimo učinkovito naravno škropivo za odganjanje mokric, ki je hkrati tudi okolju in mokricam prijazno.

8 A SUMMARY

Woodlice, terrestrial crustaceans, represent an important link in decomposition of organic matter in the ecosystem. They also increase the active surface area of the particles, making them more accessible to the bacteria and fungi which break them down. They can be found under rotting wood, in flower troughs, in the composter and among the plants in our garden. They often come to our crops to feed on. This is exactly what led me to my research, as I had noticed a lot of strawberries in the summer on which woodlice were feasting. I wanted to find out a way of repelling those creatures away from our crops in a natural, environmentally friendly way, that would also be harmless to woodlice.

Five natural sprays from nettle, chamomile, coffee, pepper and baking soda were prepared. To assess the effectiveness of the sprays, a medium, where the woodlice would be held and to which prepared natural sprays could be applied, was selected. I chose potato slices. In a prepared terrarium, a population of woodlice species *Porcellio scaber* (about 40 adult specimens) was settled and used as test organisms.

To assess how much the potato slices were gnawed, a 4-stage scale was developed. The more the potato slices were gnawed, the higher was the level of the scale. The level of gnawing was then estimated twice a day for 13 days, to determine the efficiency of the prepared sprays. An additional slice of potato was used as a control.

The least effective preparation on repelling woodlice from potatoes was the one made of nettle, the most effective one was the preparation made of baking soda. The latter then stimulated the action of the enzyme polyphenol oxidase in the potato, and caused it turned black more intensely. I found out that woodlice do not feed on blackened potatoes. Polyphenol-oxidase is known to weaken the sense of smell, which is heavily relied on by the woodlice. An additional polyphenol-oxidase spray was made by myself, it was extracted from potatoes. This spray has proven to be the most effective.

The research has shown that an effective natural spray for repelling woodlice can be prepared at home in a simple and affordable way. This is also environmentally and woodlice friendly.

- Bogataj, U., Drobne, D., Jemec, A., Kostanjšek, R., Mrak, P., Novak, S., Prevorčnik, S., Sket B., Trontelj, P., Žnidarič, M., T., Vittori, M., Zidar, P., Žnidaršič, N., Štrus J., 2016: Štiri desetletja interdisciplinarnih raziskav rakov enakonožcev (Crustacea:Isopoda): v spomin Pavlu Ličarju. Acta Biologica Slovenica, 59: 25-5.
- Broly, P., Deville, P., Maillet, S. The origin of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea), Springer.
https://www.researchgate.net/publication/235964395_The_origin_of_terrestrial_isopods_Crustacea_Isopoda_Oniscidea, (20.12.2022).
- Burnie, D. 2010. Ilustrirana enciklopedija živali. Učila International, Tržič.
- Coe M. 1995. Oxfordova ilustrirana enciklopedija žive narave. DZS, Ljubljana.
- Contreras, M., Carmen, L. I. 2011. Defining ecoregions based on soil invertebrates for defining pesticide exposure scenarios. Environmental Science.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Defining-ecoregions-based-on-soil-invertebrates-for-Contreras-Carmen/da9789b8b02457d0bce1ebe648361b019ef26315>
(15. 1. 2023).
- Draganjec, N. 2014. Elektronska mikroskopija mikrografije in ultrastrukture. Poročilo o vajah pri predmetu funkcionalna biologija celice. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana.
- DeAngelis, Z. 2022. 9 scents that pill bugs hate (and how to use them), Pest Pointers.
https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuq8y5j_78AhWqCBAlHVXABpQQFnoECBYQAw&url=https%3A%2F%2Fpestpointers.com%2Fscentsthatpillbugshateandhowtousethem%2F%23%3A~%3Atext%3DPillbugs%2520smell%2520through%2520theireir%2Cstay%2520away%2520from%2520that%2520area.&usq=A0vVaw2QXvLluBXJ-k7B0Z9pQFTl, (28.8.2022)
- Erjavac, A. 2007. Vloga polifenol-oksidaze, peroksidaz in fenilalanin-deaminaze pri porjavenju krompirja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana.
- Frey, M. 2022. Why do cephalopods use ink?
https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuq8y5j_78AhWqCBAlHVXABpQQFnoECBYQAw&url=https%3A%2F%2Fpestpointers.com%2Fscentsthatpillbugshateandhowtousethem%2F%23%3A~%3Atext%3DPillbugs%2520smell%2520through%2520theireir%2Cstay%2520away%2520from%2520that%2520area.&usq=A0vVaw2QXvLluBXJ-k7B0Z9pQFTl

- =8&ved=2ahUKEwjBsNf5j-
_8AhWJDRAIHZ5ICGYQFnoECDAQAQ&url=https%3A%2F%2Foceancconservanc
y.org%2Fblog%2F2022%2F06%2F23%2Fcephalopods-
ink%2F&usg=AOvVaw1YUcgqA4Nwh28eEPQH21yY, (4.1.2023)
- Gregory, S. 2019. An Introduction to the Identification of the Woodlice (Isopoda: Oniscidea) occurring in Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire.
https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8w6vojob8AhUR_SoKHWFuBvYQFnoECB8QAQ&url=https%3A%2F%2Fanhso.org.uk%2Fwp-content%2Fuploads%2FFritillary%2Ffrit8-woodlice.pdf&usg=AOvVaw24Js69dKtFH0e8V857lGjq, (8.1.2023).
 - Hudournik, Ž. 2006. Prehranjevanje mokric. Raziskovalna naloga. Osnovna šola Gustava Šiliha, Velenje.
 - Livio A. 2000. Vpliv železa na prehranjevalno aktivnost pri izopodnem raku *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta Ljubljana, Oddelek za zoologijo, Ljubljana.
 - Matena, H.G., Kariuki, Z.N., Ongarora, B.C. 2021. Optimization of piperine extraction from black pepper (*piper nigrum*) using different solvents for control of bedbugs. Department of Chemistry , Dedan Kimathi University of Technology, Private Bag - 10143, Dedan Kimathi, Nyeri, Kenya.
[https://www.kefri.org/assets/publications/articles/Optimization%20of%20piperine%20extraction%20from%20black%20pepper%20\(piper%20nigrum\)%20using%20different%20solvents%20for%20control%20of%20bedbugs.pdf](https://www.kefri.org/assets/publications/articles/Optimization%20of%20piperine%20extraction%20from%20black%20pepper%20(piper%20nigrum)%20using%20different%20solvents%20for%20control%20of%20bedbugs.pdf), (3.2.2023).
 - Mršić N. 1997. Živali naših tal. Uvod v pedozoologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
 - Mukherjee, K. 2021. How pepper went from “Black Gold” to everyday seasoning, FOOD52.
<https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwinmPiAwPv8AhWBw4sKHYDWBRYQFnoECDUQAQ&url=https%3A%2F%2Ffood52.com%2Fblog%2F26669-black-pepper-history&usg=AOvVaw1BAPJ0fVky-4tyTfSjjAW7>, (28.8.2022)

- Nograšek, B. 2010. Mikrobiološko-genetska analiza črevesne vsebine kopenskega raka enakonožca *Porcellio scaber*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana.
- Pipan Tkalec, Ž. 2013. Privzem, razporeditev in učinki nanodelcev kovin in kovinskih oksidov na prehranjevanje in zgradbo prebavila kopenskega raka enakonožca *Porcellio scaber* (Isopoda; Crustacea). Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Plošnik, P. 2010. Lipidna peroksidacija kot pokazatelj stresa pri modelnem organizmu *Porcellio scaber* zaradi imidakloprida v hrani. Diplomsko delo. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju, Nova Gorica.
- Romih, T., Raki lahko živijo tudi na kopnem: spoznajmo mokrice. *Proteus*: oktober, 2017, številka 2, letnik 80.
- Savšek, K. 2010. Bioakumulacija Pb, Zn in Cd v izopodnih raki vrste *Porcellio scaber* kot merilo uspešnosti remediacije onesnaženih tal s stabilizacijo. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Stewart, D. The effects of pH on Catechol Oxidase, Sciencing.
<https://sciencing.com/effects-ph-catechol-oxidase-8743233.html>, (2.1.2023).
- Stritar, A. 2009. Akumulacija svinca, cinka in kadmija v raki enakonožci vrste *Porcellio scaber* Latr. Kot biomarker biodosegljivosti kovin v tleh. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana.
- Škropiva
<https://www.kgzs.si/novica/delavnica-o-varni-uporabi-sredstev-za-varstvo-rastlin-2019-11-28> (15. 1. 2023).
- Štraus J. in sod. 2005. Mokrice, živali leta 2005. *Proteus* maj 2005. Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana.
- Ustni vir: ga. Mira Ahtik (10. 6. 2022).
- Vittori, M. 2013. Zgradba sekrecijskih epitelijev in mineralizacija zunajceličnega matriksa med levitvijo podzemeljskih in površinskih mokric (Crustacea: Isopoda). Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Wahlert, H. J., Hollan, M. J. 1999. Enzymes: Proteins That Act As Catalysts, Laboratory Notes for BIO 1003.
<https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact>

=8&ved=2ahUKEwiK4dvPjf78AhVE_7sIHYf9CSEQFnoECDcQAQ&url=https%3A%2F%2Ffaculty.baruch.cuny.edu%2Fjwahlert%2Fbio1003%2Fenzymes.html&usg=AOvVaw3-AyIrbEX9_rSPZO9968BD, (9.1.2023).

- What are sow bugs?
<https://www.moyerpest.com/pest-library/profile/sow-bugs> (1. 2. 2023).
- Würmli, M. 1984. Mala enciklopedija narave. Mladinska knjiga, Ljubljana.

ZAHVALA

Rad bi se iskreno zahvalil mojima mentoricama prof. biologije Suzani Pustinek in mag. Aniti Povše, prof. biologije in kemije za vso podporo, pomoč in prijaznost tekom izvajanja raziskovalne naloge.

Zahvaljujem se Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje za izposojlo laboratorijskega pribora in drugih pripomočkov za izvedbo raziskovalne naloge.

Zahvala gre tudi učiteljici Metki Fendre, prof. angl. in slo. za lektoriranje angleških prevodov.

Hvala vsem mojim domačim, ki so mi ves čas raziskovanja stali ob strani in me spodbujali.